

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE
ASSIS: A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO
DAS COBERTURAS CENOZÓICAS**

Solange Bongiovanni

Rio Claro (SP)
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE
ASSIS: A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO
DAS COBERTURAS CENOZÓICAS**

Solange Bongiovanni

Orientador: Prof. Dr. Antenor Zanardo

Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional para obtenção do título de Doutor em Geologia Regional.

Rio Claro (SP)

2008

550 Bongiovanni, Solange
B713c Caracterização geológica do município de Assis: a
importância do estudo das coberturas cenozóicas / Solange
Bongiovanni. - Rio Claro: [s.n.], 2008
218 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Antenor Zanardo

1. Geologia. 2. Formação Adamantina. 3. Aloformação
Paranavaí. 4. Meio físico. 5. Cenozóico. I. Título.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Antenor Zanardo
IGCE/UNESP –Rio Claro

Prof. Dr. Norberto Morales
IGCE/UNESP –Rio Claro

Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda
IGCE/UNESP –Rio Claro

Dr. Manoel Carlos Toledo Franco de Godoy
FCT/UNESP – Presidente Prudente

Dr. José Francisco Marciano Motta
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas –São Paulo

Aluna: SOLANGE BONGIOVANNI

Rio Claro, 19 de setembro de 2008

Resultado: **APROVADA**

Para Jorge

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Antenor Zanardo, pela orientação, dedicação e competência.

Aos Professores Doutores Norberto Morales e Jairo Roberto Jiménez-Rueda, pela excelente contribuição ao desenvolvimento do trabalho, especialmente, no Exame de Qualificação.

Ao casal Marin – Norberto Morales, por me receber com carinho em sua casa, nas minhas muitas viagens Assis-Rio Claro.

Ao casal Antenor – Ângela Zanardo, pelos jantares familiares a mim oferecidos.

Ao técnico de laboratório Leandro Marques, pela presteza em me auxiliar; e aos alunos do curso de Geologia, que me ajudaram muitas vezes, das mais diversas formas, sempre aliviando minha carga de trabalho.

Ao biólogo Ricardo Cardoso Leite pelas excelentes fotos tiradas no campo.

À geóloga Carolina Del Roveri, muito obrigada.

Ao geógrafo Mateus Vidotti, pela confecção dos mapas desta tese.

Aos técnicos dos laboratórios do Departamento de Petrologia e Metalogenia, pelos ensaios realizados.

Aos Doutores Vera Cristina Silva, Telma Gonçalves Carneiro Spera de Andrade, Catarina dos Santos, Ciro Cesar Zanini Branco e Pitágoras da Conceição Bispo, meus colegas professores do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências e Letras – UNESP – Campus de Assis, pelo incentivo para a conclusão do projeto.

Ao Dr. Fernando Frei, do Departamento de Psicologia Experimental e do Trabalho, da FCL/UNESP, meus agradecimentos pelo incentivo, sempre e ajuda nas planilhas de informática.

Ao funcionário Gilberto José Milani, pela torcida.

À minha mãe Carmelita e à minha irmã Sônia.

Aos amigos Brigitte e Ruy, Jorge Romanello, Adriana Iozzi, Edméia Ribeiro.

Ao Jorge que, à sua maneira, sempre me mostrou que seria possível recomeçar...

E à Clarissa, minha filha querida.

...É mineral o papel
Onde escrever
O verso; o verso
Que é possível não fazer
São minerais
As flores e as plantas
As frutas, os bichos
Quando em estado de palavra.
É mineral
A linha do horizonte,
Nossos nomes, essas coisas
Feitas de palavras
É mineral por fim,
Qualquer livro;
Que é mineral a palavra
Escrita a fria natureza
Da palavra escrita

(João Cabral de Melo Neto, *Psicologia da Composição*)

RESUMO

Para a ocupação racional de uma área ou região, de forma a minimizar o impacto ambiental e aproveitar da melhor maneira possível os seus recursos naturais é indispensável um bom conhecimento do meio físico. O objetivo dessa pesquisa foi realizar a caracterização geológica do município de Assis, com a finalidade de se produzir informações e cartografia pertinente, que pudessem orientar, entre outros, a administração municipal na tomada de decisões sociopolíticas e administrativas, no ordenamento territorial do município. Atividades de campo e laboratório resultaram na confecção de um mapa geológico do município em escala 1:50.000, com as seguintes unidades litológicas: Formação Serra Geral, Formação Adamantina, Aloformação Paranavaí – unidade 1; Aloformação Paranavaí – unidade 2, aluviões atuais e uma unidade constituída pela mistura, em proporção variada, de alteração do basalto mais o material arenoso da aloformação. Estas unidades foram caracterizadas com base em observações de campo, análises granulométricas, petrográficas em amostras e frações silte grosso e areia muito fina, difração de raios X na fração fina e química de elementos maiores e alguns menores. Os dados obtidos foram interpretados de forma integrada possibilitando interpretações genéticas e discussão relativas à ocupação espacial.

Palavras-chave: Formação Adamantina; Aloformação Paranavaí; meio físico, cenozóico.

ABSTRACT

For the rational occupation of an area or region, in order to minimize the environmental impact and make the best possible use of its natural resources, it is essential a sound knowledge of the physical environment. The purpose of this research was to carry out a geological characterization of the municipality of Assis, in order to produce relevant information and mapping, which may be useful, among others, for the municipal administration in decision-making policies for its territorial organization. Activities of field work and laboratory analysis resulted in the preparation of a geological map of the municipality, on scale 1:50.000, with the following lithological units: Serra Geral Formation; Adamantina Formation, Paranaíba Alloformation - Unit 1; Paranaíba Alloformation - Unit 2, present Alluvium and a unit constituted by varied proportion mixture of basalt alteration and sandier material. These units were characterized on the basis of field observations, granulometric and petrographic analyses of samples and thick fractions of silt and very fine sand, X-ray diffraction in the fine fraction and chemistry of elements both larger and smaller. The data were interpreted in an integrated manner making possible genetic interpretations and discussion on space occupation.

Keywords: Adamantina Formation; Paranaíba Alloformation; physical environment, Cenozoic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Assis	19
Figura 2 - Localização da Bacia do Paraná	29
Figura 3 - Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná	30
Figura 4 - Principais alinhamentos estruturais da área geográfica da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo	32
Figura 5 - Esboço geológico regional do rift continental do sudeste do Brasil	33
Figura 6 - Compartimentação morfotectônica e principais traços do Compartimento III	34
Figura 7 - Subdivisão clássica dos sedimentos cretáceos suprabasálticos	37
Figura 8 - Área de ocorrência das unidades suprabasálticas cretáceas na Bacia do Paraná	40
Figura 9 - Seção geológica NW - SE - Presidente Epitácio - Echaporã, cruzando a Depressão de Presidente Bernardes e o Alto de Paraguaçu Paulista	42
Figura 10 - Seção geológica NW - SE Presidente Venceslau - Regente Feijó.....	43
Figura 11 - Mapa do contorno estrutural do basalto	44
Figura 12 - Mapa Geológico do município de Assis (DAEE/UNESP, 1981; CPTI, 1999)	47
Figura 13 - Córrego do Jacu – basalto bem estruturado, provável base de um derrame, afloramento localizado a sudeste da cidade de Assis. (Ponto 12)	60
Figura 14 - Córrego do Jacu – drenagem encaixada na base de um derrame da Formação Serra Geral (Ponto 12)	61
Figura 15 - Difratoграмas da Amostra Ass2 (Ponto 2)	66
Figura 16 - Difratoграмas da Amostra Ass16 (Ponto 16)	68
Figura 17 - Difratoграмas da Amostra Ass17 (Ponto 17)	69

Figura 18 - Água do Fortuninha – banco de argilito siltoso, levemente laminado, com cerca de 1m de espessura, Formação Adamantina (Ponto 8)	71
Figura 19 - Água do Fortuninha – banco de argilito siltoso, com leito mais rico em areia, cerca de 1,2m de espessura, parcialmente alterado, Formação Adamantina (Ponto 8)	71
Figura 20 - Difratoformas da Amostra Ass8n1 (Ponto 8)	73
Figura 21 - Água do Fortuninha – Formação Adamantina (Ponto 8)	74
Figura 22 - SP 270 – Rodovia Raposo Tavares – Formação Adamantina (Ponto 17)	76
Figura 23 - Difratoformas da Amostra Ass57c (Ponto 57)	79
Figura 24 - Difratoformas da Amostra Ass57d (Ponto 57)	80
Figura 25 - Material proveniente de poço localizado no campus da UNESP-Assis – Formação Adamantina. (Ponto 67)	81
Figura 26 - Difratoformas da Amostra Ass56-58m (Ponto 67)	85
Figura 27 - Difratoformas da Amostra Ass64-66m (Ponto 67)	86
Figura 28 - Aloformação Paranavaí – unidade 2 (Ponto 20)	91
Figura 29 - Lâmina da amostra 1	92
Figura 30 - Lâmina da amostra 1 (nicóis cruzados) – Ponto 1	93
Figura 31 - Difratoforma da amostra Ass1 (Ponto 1)	94
Figura 32 - Lâmina da amostra 20 – Aloformação Paranavaí, unidade 2	95
Figura 33 - Lâmina da amostra 20 (nicóis cruzados) – Aloformação Paranavaí, unidade 2	95
Figura 34 - Difratoforma da amostra Ass20 (Ponto 20)	96
Figura 35 - Lâmina da amostra 9A - Aloformação Paranavaí, unidade 1	98
Figura 36 - Difratoformas das amostras Ass9 A (Ponto 9)	100
Figura 37 - Difratoformas das amostras Ass15 (Ponto 15)	101

Figura 38 - Aloformação Paranavaí, unidade 1. (Ponto 9)	103
Figura 39 - Aloformação Paranavaí, unidade 2. (Ponto 20)	104
Figura 40 - Mapa das drenagens do município de Assis	114
Figura 41 - Boçoroca desenvolvida por escoamento concentrado, Jardim Eldorado, Assis (Ponto 48)	116
Figura 42 - Mapa de solos do município de Assis	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Nova classificação litoestratigráfica proposta para a Bacia Bauru	39
Quadro 2 - Caracterização das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru	51
Quadro 3 - Relações solo-substrato geológico	118
Quadro 4 - Relação solo, substrato geológico e relevo para a UGRHI 17 – Médio-Paranapanema	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Análise Química de Elementos Maiores – Ponto 67 – amostras atribuídas à Formação Adamantina	83
Tabela 2 - Análise Química de Elementos Menores – Ponto 67 – amostras atribuídas à Formação Adamantina	84
Tabela 3 - Resultado da Análise Química – elementos maiores (Pontos 9 e 15)	99
Tabela 4 - Resultado da Análise Química – elementos menores (Pontos 9 e 15)	99

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Generalidades	16
1.2 Objetivos	17
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Trabalhos Prévios	21
3.2 Trabalhos de Campo	21
3.3 Trabalhos de Laboratório	22
3.3.1 Petrografia	22
3.3.2 Granulometria	23
3.3.3 Análise química de rocha total	23
3.3.4 Difratomia de raios X	24
3.3.5 Análise isotópica	24
3.4 Trabalhos de Escritório	25
3.4.1 Digitalização da base topográfica (compilação cartográfica)	25
3.4.2 Elaboração do mapa geológico e coberturas cenozóicas	26
3.4.3 Elaboração do mapa de solos	26
4. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	28
4.1 Bacia do Paraná	28
4.2 Bacia Bauru	35
4.2.1 Revisão bibliográfica da área de estudo	35
4.2.2 Idade e ambiente deposicional da Bacia Bauru	39
4.2.3 Relações estratigráficas do Grupo Bauru	40
4.3 Unidades Litoestratigráficas Regionais	45
4.3.1 Formação Serra Geral	46
4.3.2 Formação Adamantina	49
4.3.3 Depósitos Cenozóicos	52

5. GEOLOGIA LOCAL	56
5.1 Distribuição das Unidades Cartografadas	57
5.2 Formação Serra Geral	59
5.3 Formação Adamantina	69
5.4 Formação Marília.....	88
5.5 Coberturas Cenozóicas.....	90
5.6 Coberturas Ricas em Óxidos/Hidróxidos de Ferro	104
5.7 Aluviões	105
6. EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA LOCAL	106
6.1 Geomorfologia	106
6.2 Pedologia	117
6.2.1 Latossolos (L)	122
6.2.2 Nitossolos (N)	123
6.2.3 Argissolos (P)	124
6.2.4 Neossolos (R)	125
6.2.5 Gleissolos (G)	126
6.3 Análise Fisiográfica do Município de Assis	127
6.4 Discussão sobre os Solos do Município de Assis	132
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
7.1 Conclusões	147
8. REFERÊNCIAS	150
9. APÊNDICES	162
9.1 Apêndice A - Afloramentos	163
9.2 Apêndice B - Análise Granulométrica	169
9.3 Apêndice C - Análise Petrográfica (Microscopia)	175
9.4 Apêndice D - Relatório de Análises Químicas	198
9.5 Apêndice E - Difractometria de Raios X	201
9.6 Apêndice F - Análise Isotópica ¹⁴ C	217
9.7 Apêndice G - Mapa Geológico do Município de Assis, escala 1:50.000, 2008	218

1. INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

Para a ocupação racional de uma área ou região, de forma a minimizar o impacto ambiental e aproveitar da melhor maneira possível os seus recursos naturais é indispensável um bom conhecimento referente à geologia, à pedologia e à geomorfologia da mesma, ou seja, é fundamental conhecer o meio físico.

No que concerne ao subsolo, é preciso saber sobre as unidades geológicas, o empilhamento estratigráfico, as estruturas tectônicas, os tipos de rochas, as texturas, as composições mineralógicas/químicas, a distribuição espacial, as gêneses, entre outros aspectos da região. No tocante ao solo e/ou coberturas, é inevitável distinguir suas composições, gêneses, distribuição e espessuras.

Em relação à geomorfologia, da mesma forma que a geologia e a pedologia, é necessário o entendimento da gênese e a qualificação, a quantificação e o mapeamento das formas ou unidades de relevo, na escala adequada à finalidade que se destina.

Grande parte do Estado de São Paulo apresenta alta potencialidade ao desenvolvimento de sulcos, ravinas ou boçorocas, quer pela suscetibilidade natural dos terrenos, quer como reflexo de ações inadequadas de uso e ocupação do solo (IPT, 1994).

O município de Assis, localizado na região do Médio-Paranapanema, assim como outros municípios no oeste do Estado de São Paulo, apresenta problemas de uso e ocupação do solo que, quando associados a escoamentos concentrados, acarretam o desenvolvimento de processos erosivos de grandes proporções. O município encontra-se dentro de um triângulo cujos vértices localizam-se nas cidades de Presidente Prudente, Bauru e Andradina, onde predominam terrenos com altíssima suscetibilidade à erosão.

Assis, assim como muitos outros municípios do Estado de São Paulo, necessita de informações detalhadas a respeito do meio físico (geologia, geomorfologia, pedologia) e dos recursos hídricos para subsidiar projetos de saneamento básico, uso e ocupação de áreas para resíduos sólidos, dentre outros. O conjunto dessas informações constitui ferramenta fundamental para o planejamento urbano ordenado e a ocupação territorial racional do município.

A falta de informações básicas detalhadas a respeito do meio físico e de muitos outros aspectos relacionados à organização territorial, são empecilhos ao planejamento integrado do município de Assis com a região do Médio-Paranapanema e o Estado de São Paulo.

A produção de informações detalhadas a partir de atividades de campo e laboratório, conjugada à cartografia pertinente, colocadas à disposição do poder público municipal e demais interessados, forneceria um conjunto de dados, com recomendações técnicas pertinentes aos temas abordados, fundamentais para os desenvolvimento de políticas e práticas de ocupação e utilização do espaço físico.

Com esta orientação de propósitos, não se pode mais deixar de incluir em um mapa geológico de um município localizado na porção oeste do Estado de São Paulo, as coberturas cenozóicas, relativamente espessas de material transportado e depositados sobre as rochas presentes.

1.2 Objetivos

O objetivo deste projeto é fazer principalmente uma caracterização geológica do município de Assis, com a finalidade de se produzir novas informações e

cartografia pertinente, em escala 1:50.000, a partir das atividades de campo e dos resultados dos ensaios de laboratório (análise granulométrica; análise petrográfica; análises químicas; difratometria de raios X) da seqüência estratigráfica encontrada no município – Formação Serra Geral; Formação Adamantina e as coberturas cenozóicas; aqui denominadas de Aloformação Paranavaí.

A finalidade da pesquisa é que ela possa contribuir para o conhecimento do meio físico do município e orientar, entre outros, a administração municipal na tomada de decisões, sociopolíticas e administrativas, no ordenamento territorial do município.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Assis (Figura 1), criado pela Lei Estadual n° 1581, de 20 de dezembro de 1917, foi desmembrado do município de Platina e hoje ocupa 461 km² da porção oriental do Estado de São Paulo, região administrativa 04 - Marília. A sede municipal é balizada pelas seguintes coordenadas geográficas: 22°40' de latitude S e 50°25' de longitude W, na altitude média de 556 metros.

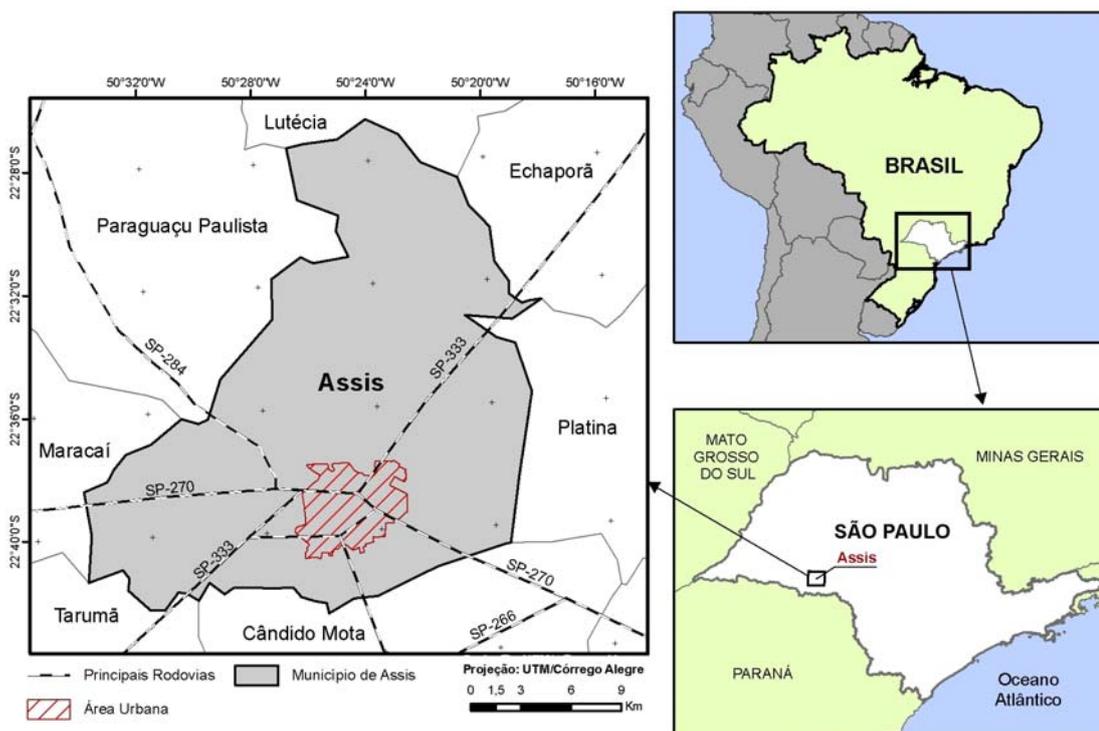


Figura 1 - Localização do município de Assis.

Seus limites geopolíticos encontram divisas ao Norte com o município de Lutécia, ao Sul com os municípios de Tarumã e Cândido Mota, ao Leste com os municípios de Platina e Echaporã e a Oeste, com Maracaí e Paraguaçu Paulista.

De acordo com registros da Fundação SEADE (2008), no ano de 2007 o município de Assis possuía 95.203 habitantes, com 96,5% da população vivendo na zona urbana.

O município de Assis está localizado na região do Médio Vale do Paranapanema, na bacia do rio do mesmo nome, possuindo extensa rede de drenagem, composta por vários rios e riachos. A Unidade de Gerenciamento do Médio Paranapanema (UGRH-17) pode ser dividida em seis unidades hidrográficas: Pardo, Turvo, Novo, Pari, Capivara e os tributários de até 3ª ordem do rio Paranapanema.

O município de Assis, encontra-se praticamente na unidade hidrográfica do rio Pari, sendo seus principais afluentes o ribeirão Pirapitinga e Matão

A maior parte da bacia é caracterizada por clima pluvial temperado (mesotérmico), com temperatura média anual de 22°C – média das máximas de 31°C e das mínimas de 12°C. A pluviosidade média anual é maior que 1400mm/ano, com concentração de chuvas entre os meses de novembro e abril (BOIN; ZAVATINI; MENDES, 2002). Entre junho e setembro, chove apenas 15% do total anual, época em que os solos se tornam deficitários em água e os rios têm seus níveis mais baixos.

Quanto à vegetação a região era coberta pela Mata Atlântica, sendo o Vale do Paranapanema o divisor climático entre a Floresta Subtropical pluvial e os Campos Cerrados do Estado de São Paulo.(CPTI,1999)

No final do século XIX e início do século XX, com o processo de ocupação e urbanização do território paulista, a expansão agrícola chegou ao Vale do Paranapanema. Hoje, a região do Médio Vale do Paranapanema, onde se insere o município de Assis, é considerada a mais devastada do estado, restando somente 0,5% da vegetação natural, contra a média do estado entre 3,0% a 4,0%.

O relevo da região do Médio Vale do Paranapanema é ondulado e as altitudes variam de 230 a 440 metros. O solo é predominantemente utilizado para agricultura de grãos, cana-de-açúcar e pecuária de corte (MELO; DURIGAN, 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Trabalhos Prévios

Para a execução da proposta de trabalho, inicialmente foram desenvolvidas atividades relacionadas ao levantamento dos dados bibliográficos (incluindo, geologia, geomorfologia, pedologia, uso e ocupação dos solos) e cartográficos, existentes sobre a região do Médio Vale do Paranapanema, especialmente sobre o município de Assis.

3.2 Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo foram executados em várias etapas, no município de Assis e imediações, almejando reconhecer, analisar, descrever detalhadamente e cartografar as diferentes unidades geológicas passíveis de representação em escala de 1:50.000. As etapas de campo resultaram na visita a 80 afloramentos, alguns fora do município de Assis, com obtenção de documentação fotográfica e coleta de amostras para ensaios de laboratório.

3.3 Trabalhos de Laboratório

No Laboratório foram realizados ensaios mineralógicos, petrográficos, granulométricos, morfoscópicos, litoquímicos e isotópicos.

3.3.1 Petrografia

As amostras coletadas nos trabalhos de campo passíveis de serem laminadas (rochas magmáticas e sedimentos litificados) foram enviadas ao Laboratório de Laminação do Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da UNESP, Campus de Rio Claro, para a confecção de seções delgadas, com o intuito de determinar os minerais presentes, quantificá-los e reconhecer os relacionamentos entre eles, de modo a obter dados de cunho genético e petrográficos (textura, porosidade primária e secundária, morfoscopia, alterações, cimento, matriz).

As amostras sem consistência mecânica foram desagregadas, peneiradas e tomadas as frações silte médio a grosso e areia muito fina, para análises microscópicas, por meio de montagens com líquidos de imersão com índice de refração entre 1,535 e 1,54. A análise microscópica visou à caracterização mineralógica, morfoscópica (arredondamento, esfericidade, presença de películas de óxido/hidróxido de ferro e/ou de argilas na superfície dos grãos), com o intuito de obter dados genéticos sobre as coberturas e solos. Em algumas amostras previamente selecionadas, nestas frações, também foram separados os minerais pesados mediante o uso de líquido denso (bromofórmio), para estudos mineralógicos objetivando a obtenção de dados relativos à proveniência dos materiais e que permitissem ou auxiliassem na separação de diferentes coberturas ou solos existentes no município de Assis.

3.3.2 Granulometria

As amostras sem consistência mecânica ou com baixa consistência foram secadas em estufa e desagregadas em almofariz com pistilo de resina, para não fragmentar os minerais, alterando a granulometria natural. Após a desagregação, esse material foi quarteado e uma alíquota da ordem de 50 gramas foi tomada para peneiramento a úmido. Para tal foram utilizadas as peneiras da W.S. Tyler Standard. O material passante na peneira de 325mesh foi coletado para a quantificação entre 43 μ m e 4 μ m e o inferior a esta granulometria.

Na quantificação da fração inferior a 4 μ m não foi utilizado defloculante, aspecto que pode ter levado a subestimar a quantidade dessa granulometria nas amostras, em função de possível floculação dos constituintes da fração argila. Visando verificar esta possibilidade algumas amostras foram refeitas para a quantificação da fração mais fina com o uso de defloculante. E a análise do material decantado foi realizada com ou sem o uso do defloculante, correspondente a fração entre 4 μ m e 43 μ m, em microscópio petrográfico.

3.3.3 Análise química de rocha total

As 28 amostras para análise química de rocha total foram preparadas no Laboratório de Geoquímica (LABOGEO) do Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da UNESP, Campus de Rio Claro, seguindo as seguintes etapas:

- desagregação da amostra (granulação de 2mm);
- pulverização em moinho oscilante, reduzindo a amostra à granulação de silte e argila.

Em todas as etapas foram realizadas operações de limpeza dos equipamentos, seguindo os procedimentos rotineiros (palha de aço, pincel, estopa com álcool, secagem do equipamento com ar comprimido).

Pelo método de Fluorescência de Raios X (FRX) foram analisados os elementos maiores Si, Al, Ti, Ca, Fe, Mn, Mg, Na, K, P, com os resultados apresentados em porcentagem de peso de óxido. Os elementos menores: Ba, Cr, Cu, Nb, Ni, Rb, Sr, Y e Zr, têm seus teores expressos em partes por milhão (ppm), determinados a partir da metodologia proposta por Nardy et al. (1997).

3.3.4 Difratomia de raios X

Para a obtenção das análises das amostras pela difratometria de raios-X, utilizou-se um difratômetro Siemens D5000 com goniômetro de textura acoplado, instalado no Departamento de Petrologia e Metalogênia – UNESP – Campus de Rio Claro, equipado com tubo de cobalto (radiação $K\alpha$ 1.7902 Å) filtro de ferro e condições de tensão de 35kV e corrente de 25mA.

As condições de análise de rotina foram passo de $0,04^\circ 2\theta$, 1s de tempo de contagem e varredura de 2 a $70^\circ 2\theta$. Para a interpretação dos difratogramas foi utilizado o programa de EVA 2.0 (1997).

3.3.5 Análise isotópica

Objetivando a obtenção de idades de deposição das coberturas superficiais foram enviados fragmentos de carvão vegetal, retirados manualmente de alguns afloramentos existentes na área. A análise isotópica de carbono 14 das amostras 9B e 19 foram executadas no CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura), na cidade de Piracicaba.

3.4 Trabalhos de Escritório

Neste subitem estão agrupadas as atividades de pesquisa bibliográfica, preparação cartográfica do mapa-base e temáticos do município de Assis, bem como tratamento e interpretação dos dados, elaboração de figuras e do texto final.

3.4.1 Digitalização da base topográfica (compilação cartográfica)

Para a confecção da base topográfica, na escala de 1:50.000 do município de Assis e imediações, utilizou-se o programa ArcGis 9.1 e as seguintes folhas topográficas, em escala 1:50.000:

- Folha Assis - SF-22-Z-A-V-1 (IBGE, 1975)
- Folha Cândido Mota - SF-22-Z-A-V-3 (IBGE, 1975)
- Folha Exaporã - SF-22-Z-A-II-4 (IBGE, 1974)
- Folha Maracaí - SF-22-Z-A-IV-2 (IBGE, 1992)
- Folha Lutécia - SF-22-Z-A-II-3 (IBGE, 1974)
- Folha Paraguaçu Paulista - SF-22-Z-A-I-4 (IBGE, 1974)

Também foram utilizadas fotografias aéreas do município, em escala 1:35.000 da AEROCARTA – Engenharia de Aerolevantamentos S/A, de 1996, adquiridas pela Prefeitura Municipal de Assis.

O material aerocartográfico foi gentilmente cedido pelos Engenheiros Dora da Silva Andrade Barbosa e Rui Cesar Spera, do Departamento de Planejamento e Projetos da Secretaria Municipal de Planejamento e Obras (SEMPLOS) – Prefeitura Municipal de Assis.

3.4.2 Elaboração do mapa geológico e coberturas cenozóicas

O mapa geológico do município de Assis na escala 1:50.000 (Apêndice F) foi elaborado a partir de informações contidas em trabalhos anteriores, atividades de campo e com base nas seguintes cartas:

- Folha Marília SF-22-Z-A 1:250.000 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo (DAEE/UNESP, 1981).
- Mapa Geológico Integrado Bloco 44 – 1:250.000 – Paulipetro – Consórcio (CESP/IPT, 1983).
- Mapa Geológico da UGRHI - 17 Médio - Paranapanema, 1:250.000 (CPTI, 1999).
- Mapa Geológico da Região de Paraguaçu Paulista 1:50.000, (BONGIOVANNI, 1990).

3.4.3 Elaboração do mapa de solos

O mapa de solos do município de Assis, apresentado neste trabalho em escala 1:100.000 (ver item 6.2 - Figura 41) foi elaborado a partir da compilação de cartas existentes e da atualização da nomenclatura das classes de solos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2006). O material consultado constituiu-se de:

- Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo - 1:100.000 - Folha de Maracaí (BOGNOLA et al., 2000);
- Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo - 1:100.000 - Folha de Assis (BOGNOLA et al., 1996);
- Carta de solos da UGRHI - 17 Médio-Paranapanema - 1:250.000 (CPTI, 1999);
- Levantamento pedológico semidetalhado da região do governo de Assis - Mapa de solos do município de Assis - 1:50.000 (BOGNOLA et al., 1990);

- Mapa pedológico do município de Assis - semidetalhe - 1:100.000 (BOGNOLA et al., 1996);
- Mapa geológico-pedológico da região de Paraguaçu Paulista - 1:50.000 (BONGIOVANNI, 1990).

4. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

4.1 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná, com área superior a 1.500.000 Km², abriga em seus limites uma sucessão de rochas sedimentar e magmática, com idades que variam entre o Neo-Ordoviciano (+- 450 M.a.) e o Neocretáceo (+- 65 M.a.), compondo uma unidade estratigráfica de ordem I (MILANI, 1997).

Esta bacia, intracratônica, encontra-se inteiramente contida na Placa Sul-Americana (Figura 2).

Zalán et al. (1990) observaram que a Bacia do Paraná deve ser entendida como produto de complexos processos tectono-sedimentares ocorridos no Fanerozóico, com alternância de condições favoráveis de deposição sedimentar ou não deposição, ou remoção erosiva de sedimentos anteriormente acumulados.

O formato atual da bacia reflete fenômenos pós-paleozóicos do continente sul-americano, que subtraíram significativas áreas do contexto deposicional original (MILANI, 2004).



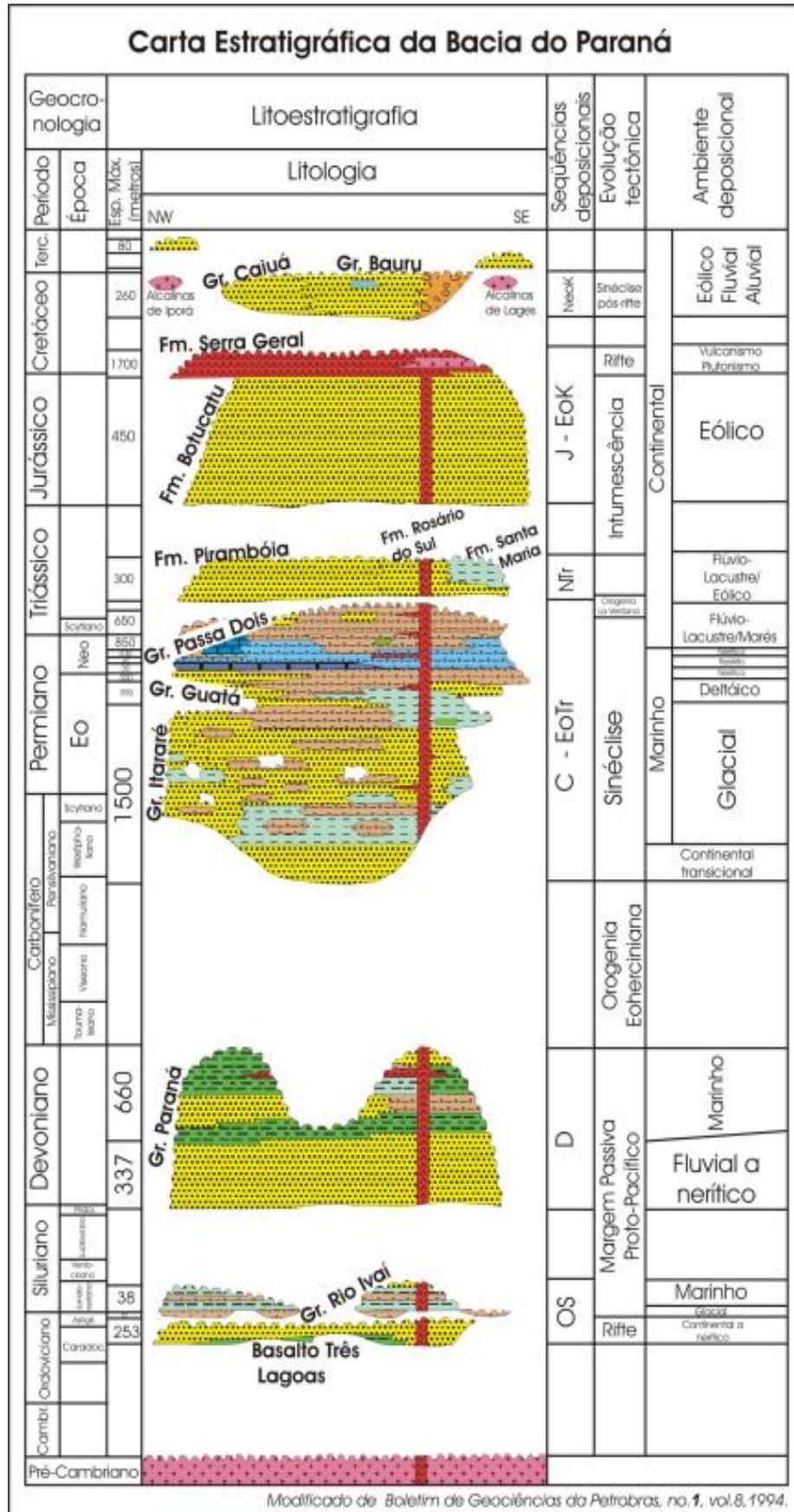
Fonte: modificado de Taioli (2000)

Figura 2 - Localização da Bacia do Paraná

Autores como Zalán et al. (1987; 1990), Riccomini (1995, 1997), Riccomini, Sant'Anna e Ferrari (2004) e Milani (1997) discutem os aspectos estruturais e tectônicos da Bacia do Paraná que ao longo de sua evolução teve sua configuração alterada por alinhamentos, flexuras e arqueamentos do embasamento que influenciaram a compartimentação e a acumulação dos sedimentos do Grupo Bauru, sob o substrato basáltico.

Fúlfaro e Perinotto (1996) admitem um severo controle estrutural para o substrato Bauru, caracterizado pelo arcabouço tectônico presente no assoalho basáltico e salientam que os dados então existentes, não eram suficientes, para uma melhor caracterização do modelo do arcabouço estrutural Bauru.

Para Milani (1997, 2004) e Milani e Ramos (1998), o arcabouço estratigráfico da Bacia do Paraná é constituído por seis unidades de segunda ordem, a saber: Superseqüência Rio Ivaí (Caradociano - Llandoveryano); Superseqüência Paraná (Lochkoviano - Frasniano); Superseqüência Gondwana I (Westphaliano - Scythiano); Superseqüência Gondwana II (Neoanisiano - Eonoriano); Superseqüência Gondwana III (Neojurássico - Berrasiano) e Superseqüência Bauru (Senoniano). (Figura 3)



Fonte: Milani, França e Schneider (1994)

Figura 3 - Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná

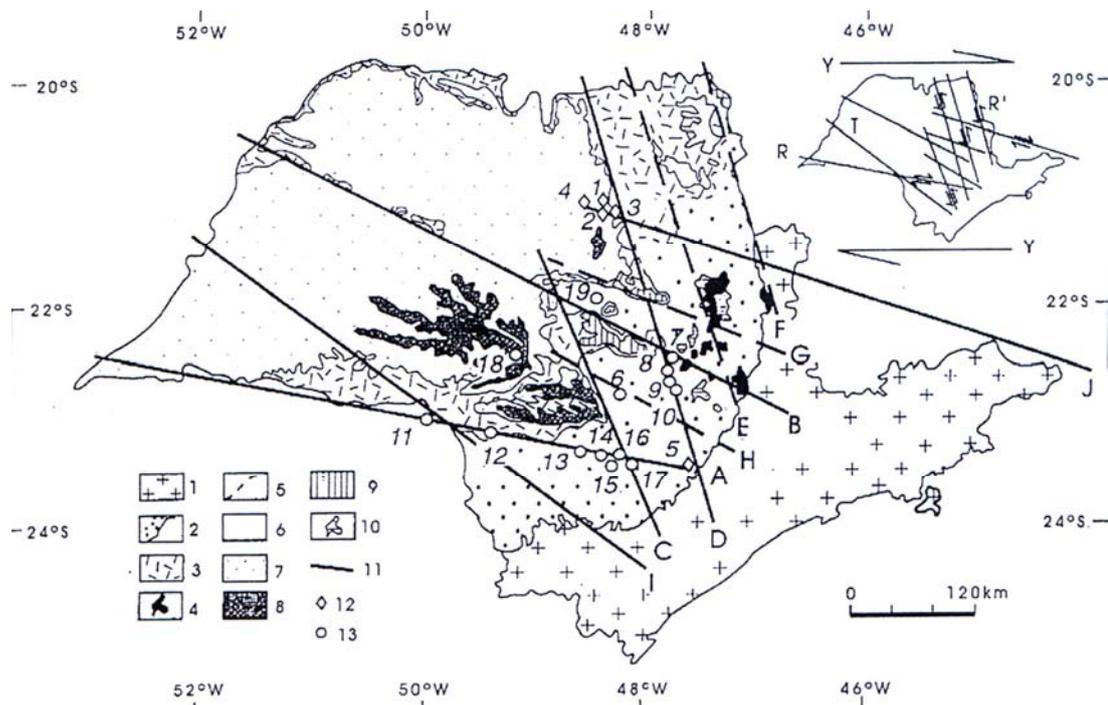
Cada uma das superseqüências do arcabouço estratigráfico da Bacia do Paraná é a resposta individual aos processos de subsidência de variadas naturezas, recorrentes no tempo e persistentes em sua localização geográfica, produzindo um registro policíclico de grande amplitude temporal (MILANI, 1997, 2004; MILANI; RAMOS, 1998).

Conforme Morales (2005), na Bacia do Paraná, a partir do Triássico até o Paleógeno, incidiram processos termotectônicos (reativação Wealdeniana) ligados aos fenômenos de deformação e ruptura continental, culminando com a separação da América do Sul - África, desenvolvimento de margem continental passiva e abertura do Oceano Atlântico.

Ainda segundo o autor, esses processos termotectônicos ocasionaram movimentos de blocos, sob regime distensivo, gerando soerguimentos (Alto Paranaíba, Mantiqueira), alçamentos e abatimentos de blocos por falhas (horstes e grabens), criando os grandes traços de relevo (serra do Mar, serra da Mantiqueira), altos e depressões (arcos, bacias) que possibilitaram intrusões magmáticas (chaminés e diques alcalinos, diques de diabásio) e derrames vulcânicos, bem como sedimentação. Com o soerguimento do Arco de Ponta Grossa, no Cretáceo, evento considerado como o apogeu do tectonismo, ocorre intrusão de sills e diques básicos, extrusão de basaltos e intrusões alcalinas mais antigas, horstes, grabens, altos e domos.

A partir do Cretáceo inferior até o Eoceno, ocorreu expressiva subsidência na Bacia de Santos, com acumulação do seu enchimento sedimentar. No mesmo período, no interior de São Paulo, atenuou-se a atividade tectônica, ocorrendo, inicialmente, a deposição do Grupo Bauru em bacia restrita ao norte do Arco de Ponta Grossa, sob condições climáticas de áridas a úmidas e, ao final do período sob condições semi-áridas.

Riccomini (1995; 1997) descreve que, na Bacia do Paraná, os processos tectônicos, magmáticos, sedimentares e geomorfológicos foram guiados por uma estruturação estabelecida no final do vulcanismo Serra Geral. Igualmente afirma que no Estado de São Paulo, durante o Neocretáceo, existe uma permanência dos esforços relacionados a um binário dextral de orientação geral E - W, vigentes desde a fase tardia do episódio Serra Geral. Na região oeste, o campo de tensões regional foi superado pela subsidência associada ao grande volume de rochas basálticas, contribuindo para a instalação da Bacia Bauru sobre a área de ocorrência dos derrames Serra Geral, com depocentro coincidente com a maior espessura da pilha vulcânica. (Figura 4)



Fonte: Riccomini (1997)

Figura 4 - Principais alinhamentos estruturais da área geográfica da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo.

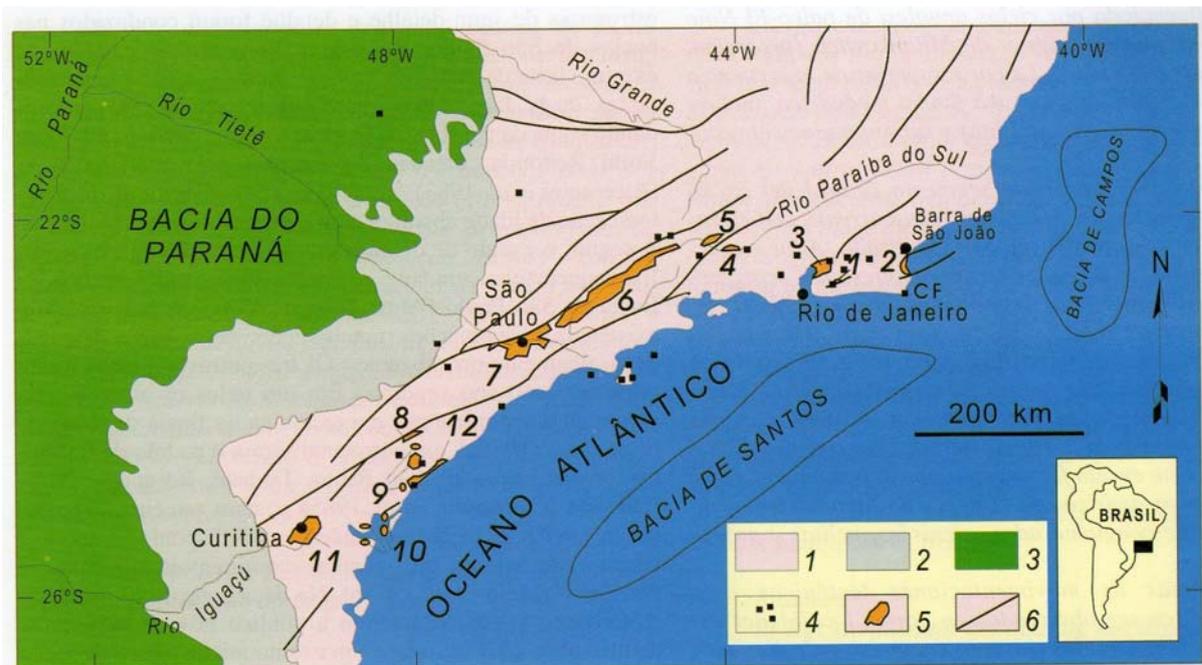
1) substrato pré-cambriano; 2) terrenos paleozóicos e mesozóicos da Bacia do Parana; 3) rochas vulcânicas – Formação Serra Geral; 4) soleiras de diabásio; 5) contato aproximado entre 2 e 3; 6) depósitos rudáceos da região de Franca-Pedregulho; 7) Grupos Caiuá e Bauru; 8) Formação Marília (Grupo Bauru); 9) Formação Itaqueri; 10) Formação Rio Claro e depósitos correlatos

11) Alinhamentos estruturais: A- Rio Paranapanema; B- Tietê; C- Ibitinga- Botucatu; D- Rio Mogi-Guaçu; E- Ribeirão Preto – Campinas; F- Rifaina – São João da Boa Vista; G- São Carlos – Leme; H- Barra Bonita – Itú; I – Guapiara; J- Cabo Frio.

12) Manifestações alcalinas (1- Taiúva, 2- Aparecida do Monte Alto, 3- Jaboticabal, 4- Piranji, 5- Ipanema/Araçoiaba da Serra.

13) Altos estruturais (6- Domo de Anhembi- Piapara, 7- Estrutura de Pitanga, 8- Domo de Ártemis, 9- Horst de Pau d'alho, 10- Domo de Jibóia, 11- Domo de Jacarezinho, 12- Domo da Neblina, 13- Domo de Jacu, 14- Estrutura Dômica de Carlota Prenz, 15- Domo de Rio Grande, 16- Domo de Jacutinga, 17- Domo de Guarda, 18- Astroblema de Piratininga, 19- Domo de Jacaré-Guaçu).

Riccomini, Sant'Anna e Ferrari (2004), apontam que os registros dos processos tectônicos atuantes do final do Mesozóico até o Terciário encontram-se no Rift Continental do Sudeste do Brasil (Figura 5).



Fonte: Riccomini, Sant'Anna e Ferrari (2004)

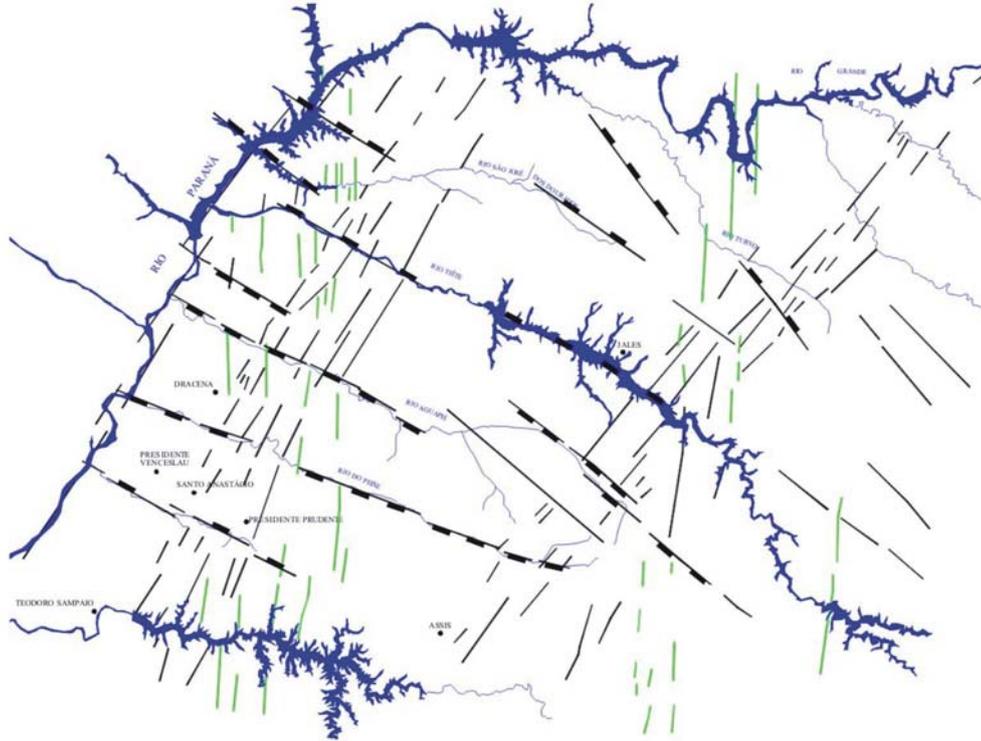
Figura 5 - Esboço geológico regional do rift continental do sudeste do Brasil. 1) Embasamento pré-cambriano; 2) rochas sedimentares paleozóicas da Bacia do Paraná; 3) rochas vulcânicas toleíticas eocretáceas da Formação Serra Geral; 4) rochas relacionadas ao magmatismo alcalino mesozóico – cenozóico; 5) bacias cenozóicas do rift (1- Bacia de Itaboraí; 2- Gráben de Barra de São João; 3- Bacia do Macacu; 4- Bacia de Volta Redonda; 5- Bacia de Resende; 6- Bacia de Taubaté; 7- Bacia de São Paulo; 8- Gráben de Sete Barras; 9- Formação Pariquera-Açu; 10 – Formação Alexandra e Gráben de Guaraqueçaba; 11- Bacia de Curitiba; 12- Gráben de Cananéia). 6) zonas de cisalhamento pré- cambrianas, em parte reativadas no Mesozóico e no Cenozóico.

Morales (2005) organiza uma síntese sobre a neotectônica, morfogênese e sedimentação do Estado de São Paulo, visando apresentar os principais produtos geológicos resultantes da dinâmica interna da Terra em ambiente continental (intraplaca). A morfotectônica foi montada com base em trends regionais de lineamentos e lineações de drenagem, acompanhados de anomalias de relevos e da distribuição das coberturas sedimentares superficiais.

Nos domínios da Bacia do Paraná e do Planalto Ocidental, foram reconhecidas direções NW - SE. Os feixes regionais de lineamentos de drenagem representam três compartimentos e separam outros três:

- Feixe 1 - E-W, Vale do Parapanema até o Rio de Janeiro;
- Feixe 2 - N-S, Depressão Periférica;
- Feixe 3 - NW-SE, entre Maringá (PR) e Florianópolis (SC).

De acordo com Morales (2005) o Compartimento III, na porção noroeste do Estado de São Paulo, onde está localizada a cidade de Assis, contém as seguintes características descritas na Figura 6.



Fonte: Morales (2005)

Figura 6 - Compartimentação morfotectônica e principais traços do Compartimento III localizado na porção noroeste com: 1) longos lineamentos NW controlando a distribuição dos principais rios, com traços NE-SW subordinados; 2) relevos sub-nivelados, com altitudes de 650m a 300m, suavemente inclinados para NW, em direção à calha do Rio Paraná; 3) padrão de drenagem assimétrico, treliça e subparalelo, associado às direções dos lineamentos; 4) falhas normais NW-SE, alternadamente inclinadas para NE e SW.

A natureza e a orientação das estruturas dos compartimentos neotectônicos do sudeste são fortemente controladas pela diversidade das estruturas pré-cambrianas e mesozóicas e as principais estruturas do Compartimento III que definem os hemigrábens alongados na direção NE-SW estão dispostas rigorosamente paralelas à orientação das falhas normais geradas no evento Sul-Atlântico.

4.2 Bacia Bauru

A seguir, apresenta-se uma descrição da Bacia Bauru, iniciada por uma revisão de trabalhos anteriores referentes a esta área de estudo.

4.2.1 Revisão bibliográfica da área de estudo

Com a Reativação Wealdeniana e conseqüente estabelecimento das bacias marginais, o interior continental brasileiro foi alvo de intensas manifestações tectônicas, que modelaram o embasamento basáltico pré-Bauru com a formação de horsts e grabens, definindo um padrão de falhamentos normais (CPTI, 1999; PAULA E SILVA, 2003).

A Bacia Bauru desenvolveu-se por subsidência termo-mecânica, na parte centro-sul da Plataforma Sul-Americana após o rompimento do Megacontinente Gondwana e abertura do Oceano Atlântico (FERNANDES, 1998). Nesta bacia, do tipo continental interior, acumulou-se uma seqüência sedimentar essencialmente arenosa, da qual foram encontradas espessuras máximas preservadas de até 300 metros e área aflorante de 370.000Km².

Esta seqüência sedimentar suprabasáltica neocretácea, de origem continental, tem por substrato rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral (Ki), da qual está separada por superfície erosiva regional, ocorrendo na parte ocidental do Estado de São Paulo, noroeste do Estado do Paraná, parte oriental do Mato Grosso do Sul, no Triângulo Mineiro e no sul de Goiás (FERNANDES, 1998).

Para Suguio (1980), o ciclo inicial de sedimentação Bauru parece ter-se processado sobre um relevo profundamente irregular, favorecendo a formação de ambientes eminentemente lacustres.

Segundo Cabral Jr. et al. (1990), o Grupo Bauru apresenta-se, em termos prospectivos, como uma das mais promissoras áreas da bacia do Paraná no Estado de São Paulo, constituindo o principal conjunto litofaciológico suprabasáltico, envolvendo um pacote sedimentar da ordem de 200 metros de espessura, com a possibilidade das seguintes mineralizações: argilas para diversos fins – bentonita

(esmectita e atalpigita); argilas refratárias (caulinita, gibbsita); agregado leve (illita), fertilizantes termo-fosfato potássico (illita) e cerâmica vermelha –, rochas carbonatadas (corretivo de solo), sais evaporíticos (trona), diamantes e metais (Cu,U), entre outros.

Desde a introdução do nome “Grés de Bauru” por Campos (1905) e os “Delta-like sandstones” ou “Cayuá sandstone” por Baker (1923) e Washburne (1930), o Grupo Bauru passou por várias classificações, subindo e descendo na hierarquia estratigráfica e abrangendo diferentes unidades litoestratigráficas com o intuito de interpretar a inter-relação das diversas unidades sedimentares suprabasálticas cretáceas.

A partir de estudos pedológicos da região noroeste do estado, Setzer (1943) apresenta a subdivisão da “Formação Bauru” em “Bauru Superior” e “Bauru Inferior”.

Almeida e Barbosa (1953) propõem a divisão em Formação Itaqueri (inferior) e formação Marília (superior). Enquanto que Freitas (1955) distingue o membro inferior ou Itaqueri e o membro superior ou Bauru, e ainda sugere, em 1964, o abandono da designação Itaqueri.

Com base em observações geológicas do Pontal do Paranapanema, Mezzalira e Arruda (1965) foram os primeiros a admitir a possibilidade do arenito Caiuá ser considerado como fácies do Grupo Bauru.

Em 1975, com os mapeamentos geológicos regionais realizados no oeste do Estado, tornou-se possível uma melhor definição estratigráfica dos depósitos suprabasálticos.

Suguio et al. (1977) subdividiram a Formação Bauru em três litofácies distintas. E Landim e Soares (1976), pela primeira vez, utilizaram a denominação Santo Anastácio, para descrever uma das fácies de transição entre as formações Caiuá e Bauru.

Soares et al. (1979) e Stein et al. (1979), reescrevem os arenitos Santo Anastácio, e os mapeiam por grande extensão da porção oeste do Estado de São Paulo. Em seus estudos, Soares et al. (1980) e Almeida et al. (1980b) propõem que a designação Grupo Bauru abranja as formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília (Figura 7).

Divisão estratigráfica do Grupo Bauru, de acordo com Soares et alii (1980)								
Grupo	Formação	Esp. Máx.	Litologia		Litofácies	Sistema Depositional	Fósseis	Idade
			SW	NE				
Grupo Bauru	Marília	160 m	Marília		Itaqueri	Leques Aluviais	Algas Moluscos Conchostráceos Répteis	Cretáceo Superior
	Adamantina	190 m	Itaqueri Taciba Ubirajara		Taciba Ubirajara	Fluvial meandrante pelítico a sul Psamítico a leste e norte		Cretáceo Médio
	Santo Anastácio	80 m	S. J. R. Preto Sto. Anastácio			F. meandrante a anastomosado psamítico		
	Caiuá	200 m	Caiuá			Desértico		
	Serra Geral	+ 1500 m	Basaltos					

Fonte: Paula e Silva (2003) adaptado de Soares et al. (1980)

Figura 7 - Subdivisão clássica dos sedimentos cretáceos suprabasálticos.

Para Suguio (1980), o Grupo Bauru abrange as seguintes unidades estratigráficas: Formação Caiuá, Formação Santo Anastácio, Formação Araçatuba, Formação São José do Rio Preto, Formação Uberaba e Formação Marília.

No trabalho do IPT (1981a), os autores consideram que o Grupo Bauru é subdividido em quatro formações: Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

Fernandes (1992, 1998) analisa a estratigrafia e a evolução geológica do Bauru em sua porção oriental, denominando-o Bacia Bauru. O preenchimento da Bacia Bauru, segundo o autor, teria ocorrido no Cretáceo Superior (Ks), intervalo entre 88,5 -65 Milhões de anos, período este definido pela idade atribuída a fósseis de vertebrados (HUENE, 1939), pela idade absoluta de intercalações de rochas

vulcânicas (COUTINHO et al., 1982) e pela correlação com a sedimentação na Bacia de Santos.

A Seqüência Suprabasáltica Neocretácea (SSN), conforme Fernandes (1998), é formada pelos grupos cronocorrelatos: Caiuá e Bauru, acumulados em clima semi-árido e árido. O Grupo Caiuá ocorre nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, assentando-se discordantemente sobre unidades do Grupo São Bento e apresenta passagem transicional e interdigitada para o Grupo Bauru.

Fernandes e Coimbra (1994) definem que o Grupo Caiuá é constituído pelas formações Rio Paraná, Goio-Erê e Santo Anastácio. Já o Grupo Bauru reúne as formações Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente, São José do Rio Preto, Araçatuba, Marília, Uberaba e os Analcimitos Taiúva, compostos por rochas vulcânicas localmente intercaladas na seqüência. As passagens entre as unidades dos grupos Caiuá e Bauru são graduais e interdigitadas.

A sedimentação da Bacia Bauru, segundo Fernandes (1998), em sua primeira fase, ocorreu em condições essencialmente desérticas, com o sepultamento progressivo do substrato basáltico. A intensificação das atividades tectônicas nas diversas regiões da bacia e as mudanças climáticas graduais trouxeram mais umidade às zonas marginais, assinalando o início da segunda fase de sedimentação da Bacia Bauru, ainda em clima semi-árido.

Estudando a seqüência suprabasáltica neocretácea, Fernandes e Coimbra (1994; 1996) e Fernandes (1998) propuseram que a Bacia Bauru seria formada pelos Grupos Bauru e Caiuá, implicando em uma revisão estratigráfica para a parte oriental da bacia.

A alteração mais importante refere-se ao Grupo Bauru, na denominada Formação Adamantina (Quadro 1).

Utilizando-se do Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica, os autores propuseram novas formações para a Bacia Bauru.

Quadro 1 - Nova classificação litoestratigráfica proposta para a Bacia Bauru

GRUPO BAURU	Formação Marília	Membro:
		Ponte Alta Serra da Galga Echaporã
	Formação Presidente Prudente	
	Formação São José do Rio Preto	
	Formação Uberaba	
	Formação Araçatuba	
GRUPO CAIUÁ	Formação Vale do Rio do Peixe	
	Formação Santo Anastácio	
	Formação Rio Paraná	
	Formação Goio-Erê	

Fonte: Fernandes (1998)

4.2.2 Idade e ambiente deposicional da Bacia Bauru

Em relação à idade da sedimentação suprabasáltica cretácea, no Estado de São Paulo, ocorrem divergências entre grupos de estudiosos do tema, conforme se verifica a seguir.

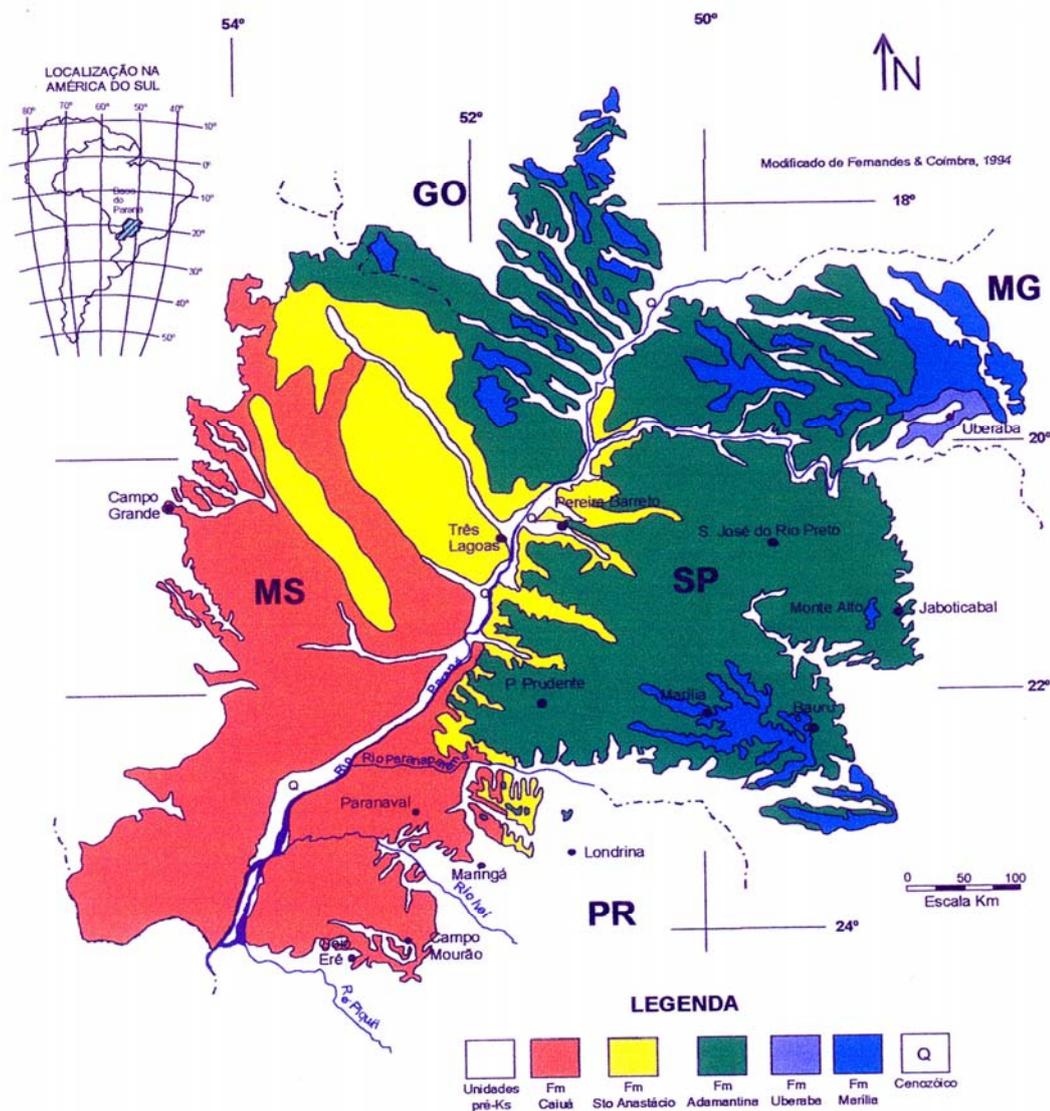
De acordo com Freitas (1973), Soares et al. (1980) e Fúlfaro e Barcelos (1993), o início da sedimentação suprabasáltica ocorreu do Cretáceo Médio a Inferior e o limite superior estaria no Senoniano (Cretáceo Superior).

Para Fernandes e Coimbra (1994) e Manzini (1999), a sedimentação ocorreu entre o Turoniano e o Maastrichtiano. Posteriormente, Fernandes e Coimbra (1996, 2000) admitem idades Santoniana-Maastrichtiana e Coniaciana-Maastrichtiana.

Riccomini (1997) admite para a Bacia Bauru a idade Santoniana-Maastrichtiana.

A inexistência de um zoneamento bioestratigráfico com caráter cronológico, para Paula e Silva (2003), dificulta estabelecer o intervalo de tempo em que se depositaram as rochas suprabasálticas cretáceas da Bacia do Paraná (Figura 8).

Quanto ao ambiente de deposição dos depósitos suprabasálticos cretáceos, na maioria dos trabalhos, os autores avaliam que a evolução ocorreu em condições desérticas na base e em sua fase intermediária as condições se tornaram predominantemente flúvio-lacustres e novamente condições áridas no topo.



Fonte: Paula e Silva (2003) modificada de Fernandes e Coimbra (1994)

Figura 8 - Área de ocorrência das unidades suprabasálticas cretáceas na Bacia do Paraná.

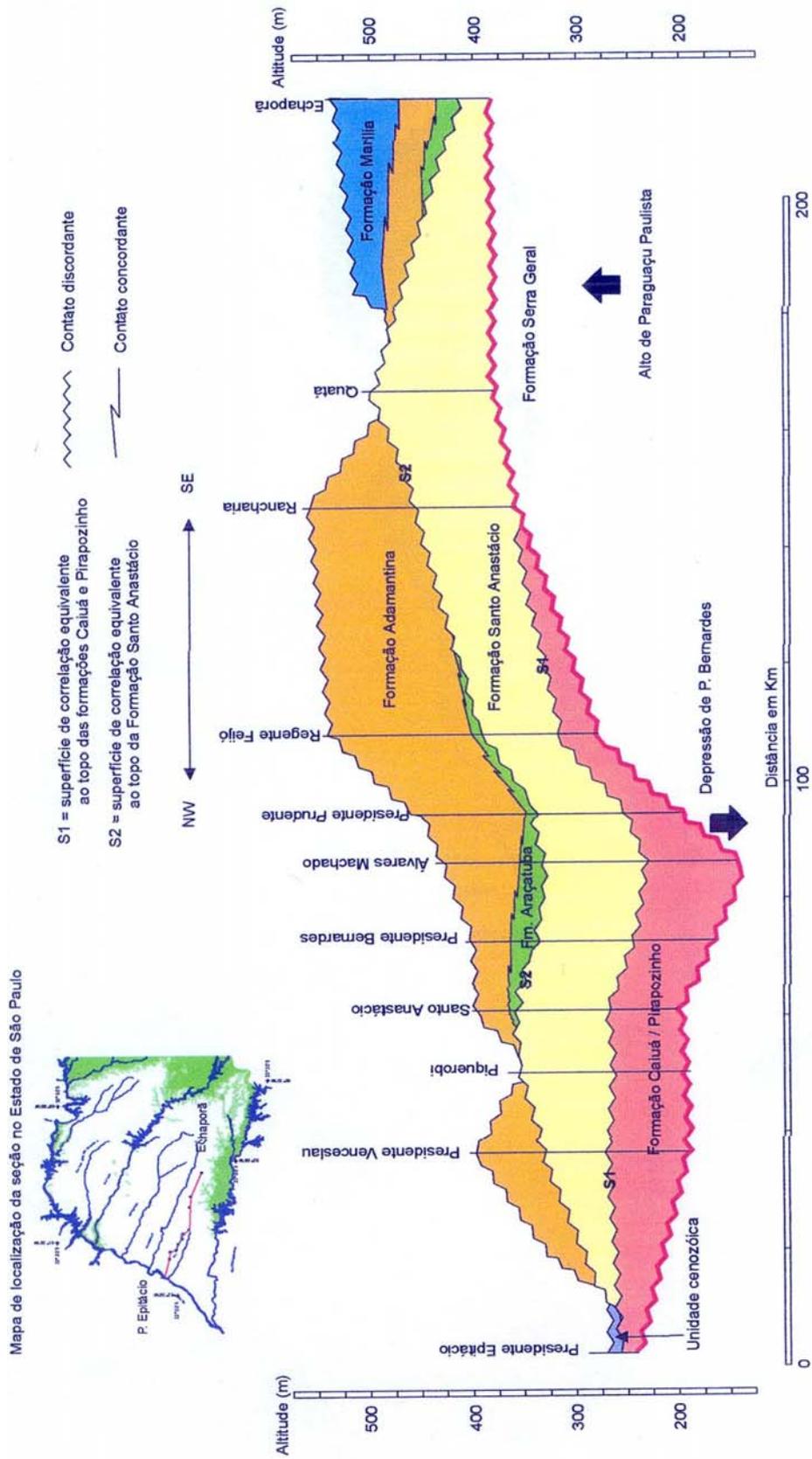
4.2.3 Relações estratigráficas do Grupo Bauru

Por meio do estudo das correlações de perfis geofísicos dos diferentes compartimentos da Bacia do Paraná, Paula e Silva (2003) e Paula e Silva, Chang e Caetano-Chang (2005) demonstraram que a acumulação de sedimentos do Grupo Bauru ocorreu em três fases de deposição, separadas por superfícies de discordâncias regionais S1 e S2 (Figuras 9 e 10):

- Superfície S1 - contato entre a Formação Caiuá, abaixo, e Formação Santo Anastácio, acima;
- Superfície S2 - contato entre a Formação Santo Anastácio, abaixo, e Formação Araçatuba/ Adamantina, acima.

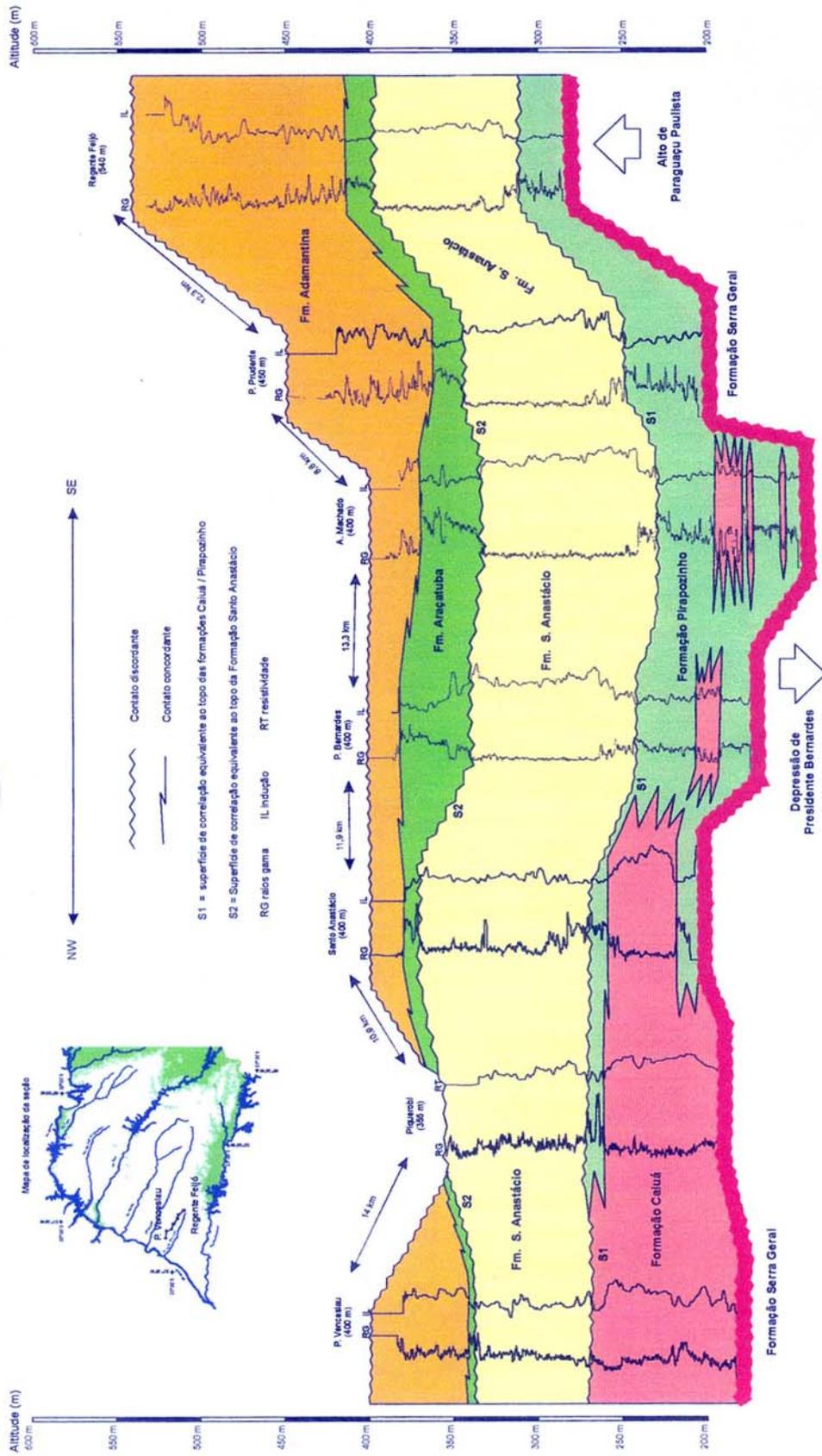
Os estudos apontam que estas superfícies de descontinuidade (S1; S2), manifestam caráter cronoestratigráfico, pois limitam sucessões sedimentares depositadas em intervalos de tempos específicos.

As superfícies de descontinuidade por possuírem um caráter regional, tornam-se excelentes horizontes-guia para distinção e delimitação das unidades geofísicas e sua associação com as unidades litoestratigráficas formais da bacia.



Fonte: Paula e Silva (2003)

Figura 9 - Seção geológica NW-SE - Presidente Epitácio – Echaporã

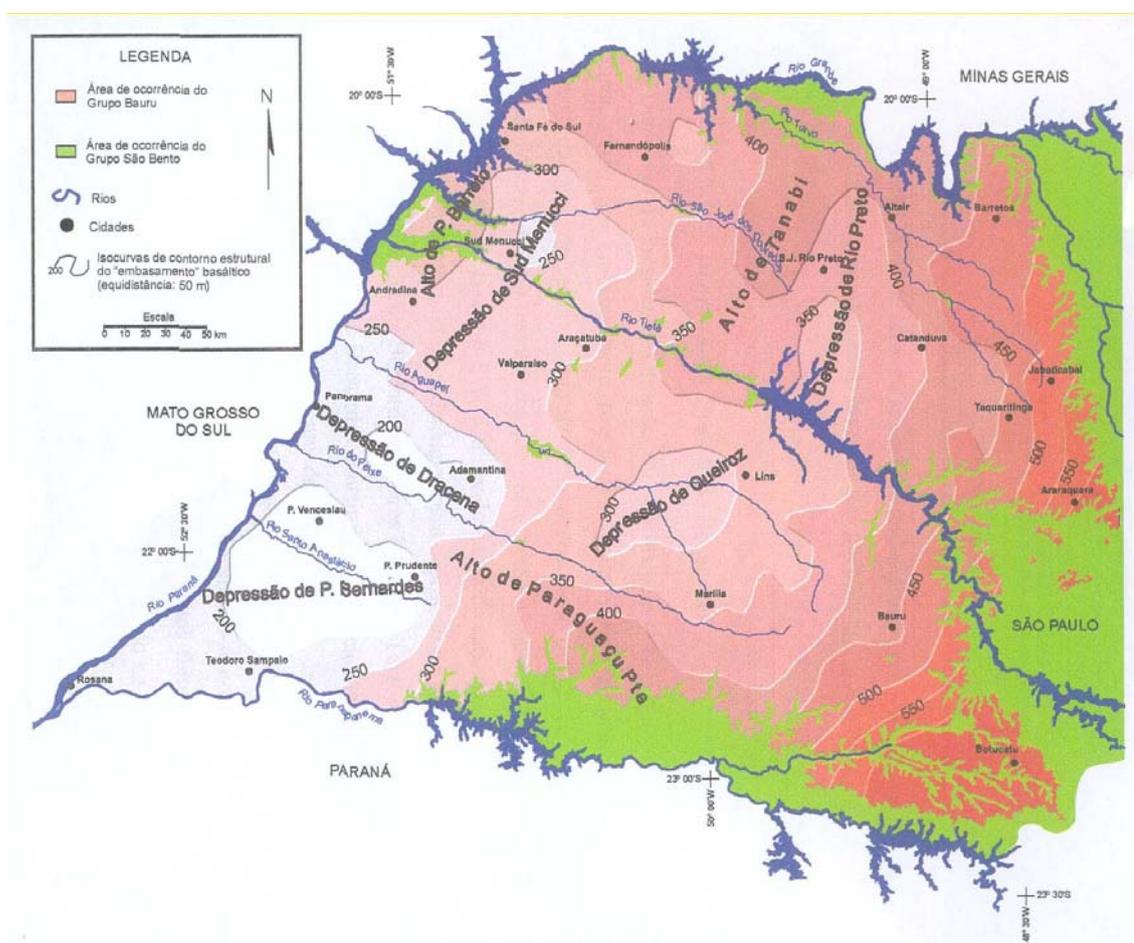


Fonte: Paula e Silva (2003)

Figura 10 - Seção geológica NW-SE - Presidente Venceslau - Regente Feijó.

Utilizando-se de dados de 357 poços, Paula e Silva (2003) aponta o mapa da configuração atual do substrato basáltico (Figura 11). Regionalmente, a superfície basáltica apresenta caimento para oeste, em direção à calha do Rio Paraná. Neste mesmo estudo o autor demonstra que a configuração atual do substrato basáltico no Estado de São Paulo revela uma bacia compartimentada em depressões e altos internos, formalmente designados como:

- depressões: Presidente Bernardes, Dracena, Sud Menucci, Queiroz e Rio Preto;
- altos internos: Tanabi, Pereira Barreto, Paraguaçu Paulista.



Fonte: Paula e Silva (2003)

Figura 11 - Mapa do contorno estrutural do basalto.

A Bacia Bauru perde seu caráter de subsidência a partir do início do Terciário, elevando e expondo a cobertura neocretácea no ciclo de aplainamentos da Superfície Sul-Americana (KING, 1956) ou Superfície Japi (ALMEIDA, 1964).

Sallun (2003) e Sallun e Suguio (2006) estudaram os depósitos cenozóicos (quaternários) que ocorrem extensivamente entre as cidades de Marília e Presidente Prudente (SP) sob o ponto de vista sedimentológico e estratigráfico, como contribuição para o entendimento da evolução geológica cenozóica na região oeste paulista. Esses depósitos colúvio-eluviais e aluviais formaram-se a partir de pulsos de erosão e sedimentação, intercalados com fases de desenvolvimento de solos sobre as rochas cretácicas.

Sallun (2007) e Sallun et al. (2007) mapearam a distribuição dos depósitos quaternários que recobrem rochas da Bacia do Paraná na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul e propuseram a denominação formal do Alogrupo Alto Rio Paraná, constituído pelos depósitos coluviais da Aloformação Paranaíba e depósitos aluviais da Aloformação Paraná.

4.3 Unidades Litoestratigráficas Regionais

Na região em estudo, onde se localiza o município de Assis, as unidades litoestratigráficas presentes são constituídas por rochas ígneas (pertencentes à Formação Serra Geral) e rochas sedimentares (da Formação Adamantina), ambas de idade predominantemente mesozóica; e por depósitos sedimentares recentes, de idade cenozóica (Figura 12 - mapa geológico do município de Assis-DAEE/UNESP/CPTI). A apresentação deste mapa, mostrando um quadro regional já conhecido é bastante importante, pois poderemos comparar com o resultado do mapa desenvolvido neste trabalho para o município de Assis (Apêndice G).

4.3.1 Formação Serra Geral

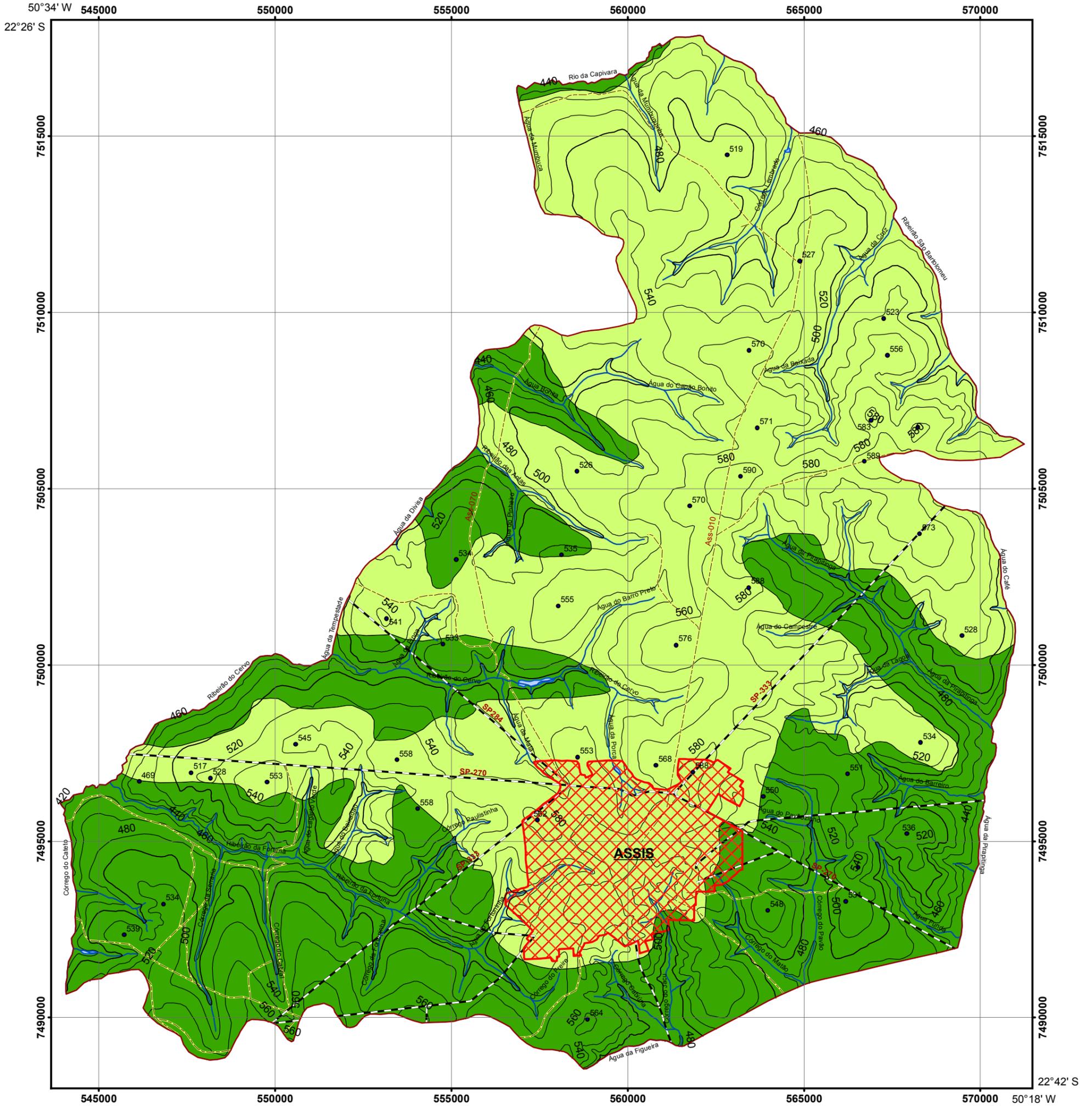
As “Eruptivas da Serra Geral” (WHITE, 1908) compreendem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos entre os quais intercalam arenitos pertencentes à Formação Botucatu. No Médio-Paranapanema, a Formação Botucatu ocorre apenas subsuperficialmente, entretanto, apresenta grande importância por constituir um aquífero confinado de excelente potencial de exploração.

Segundo o IPT (1981a), os derrames de basalto afloram no Estado de São Paulo na parte superior das escarpas das *cuestas* basálticas e de morros testemunhos destas, isolados devido ao processo de erosão. Nos planaltos de rebordo destas *cuestas* podem cobrir grandes extensões.

Os derrames se apresentam pelos vales que drenam o Planalto Ocidental, expondo-se principalmente nos dos rios Paranapanema, Tietê, Moji-Guaçu e Grande. No Médio-Paranapanema, a Formação Serra Geral ocorre na região centro-sul da bacia, ocupando uma extensa faixa.

Mapa Geológico do Município de Assis

(DAAEE/UNESP - 1981; CPTI - 1999)



LEGENDA

- Fm Adamantina (Ka) - arenitos finos a muito finos, siltitos arenosos, arenitos argilosos, subordinadamente arenitos com granulometria média, quartzosos, localmente arcoseanos.
- Fm Serra Geral (JKsg) - derrames basálticos toleíticos, textura afanica, com intercalações de arenitos finos a médios, intertrapeanos.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Pontos cotados
- Rodovia
- Estrada
- Curva de nível
- Drenagem
- Lagoa
- Área Urbana

Escala 1: 110 000
 0 0,5 1 2 3 4 Km
 Equidistância das curvas de nível: 20m
 Projeção: UTM - Universal Transverse Mercator
 Fuso: 22S
 Datum: Córrego Alegre
 Data: julho/2008
 Organizadora
 Solange Bongiovanni

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA NO ESTADO



BASE CARTOGRÁFICA
 Folha Marília SF-22-Z-A 1:250.000 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo - DAAEE/UNESP, 1981.
 Mapa Geológico Integrado Bloco 44 - 1:250.000 - Paulipetro - Consórcio CESP/IPT, 1983. (inédito)
 Mapa Geológico da UGRHI -17 Médio - Paranapanema, 1:250.000, CPTI, 1999.
 Mapa Geológico da Região de Paraguaçu Paulista 1:50.000, (Bongiovanni, 1990).
 Folha Assis - SF-22-Z-A-V-1 IBGE - 1975
 Folha Maracá - SF-22-Z-A-IV-2 IBGE - 1992
 Folha Lutécia - SF-22-Z-A-II-3 IBGE - 1974

A Formação Serra Geral é recoberta em discordância angular, geralmente muito disfarçada, pelas várias formações que constituem o Grupo Bauru ou por depósitos cenozóicos. São formados por rochas de cor cinza escura a negra com textura afanítica até fanerítica fina, apresentando uma composição mineralógica muito simples, essencialmente constituída de plagioclásio (labradorita zonada), associada a clinopiroxênios (augita, pigeonita). Como minerais acessórios encontram-se titano-magnetita, apatita, quartzo e raramente olivina ou seus produtos de transformação.

A uniformidade dos derrames, recobrimdo uma vasta extensão, a associação a diques contemporâneos, a preservação local de morfologia das dunas e a raridade de produtos piroclásticos indicam que os basaltos da Formação Serra Geral originaram-se do extravasamento rápido de lava muito fluida através de geóclases e falhas menores (IPT, 1981a).

A Formação Serra Geral, para Monteiro (2003), é constituída essencialmente por basaltos, riocacitos e riolitos, estando a mesma associada à ruptura do oeste do Gondwana.

O derrame vulcânico continental da Bacia do Paraná é composto, em mais de 90% em volume, por basaltos toleíticos e andesito basáltico, apresentando vesículas e amídalas no topo e na base do derrame. Intercalados aos sucessivos derrames, localmente, há depósitos de arenitos eólicos, formando um sistema intertrapeano (MEAULO, 2004).

Cessados os derrames de lava da Formação Serra Geral que marcaram o final dos eventos deposicionais e vulcânicos generalizados na área da bacia do Paraná, observou-se uma tendência geral para o soerguimento epirogênico em toda a Plataforma Sul-Americana, em território brasileiro (CPTI, 1999).

A porção norte da bacia, entretanto, comportou-se como área negativa, relativamente aos soerguimentos marginais à zona central da bacia, marcando o início de uma fase de embaciamentos localizados em relação à área da bacia como um todo. Nessa área deprimida acumulou-se o Grupo Bauru, no Cretáceo superior, aparecendo em grande parte do oeste do Estado de São Paulo (CPTI, 1999).

4.3.2 Formação Adamantina

A Formação Adamantina aflora em vasta extensão do oeste paulista, recobrando as unidades pretéritas do Grupo Bauru (formações Caiuá e Santo Anastácio) e Formação Serra Geral. Em algumas regiões esta formação é recoberta em parte pela Formação Marília e em parte por depósitos cenozóicos.

Esta unidade estratigráfica contempla 41,45% de área aflorante no Médio-Paranapanema. O contato entre a Formação Adamantina e os basaltos da Formação Serra Geral é marcado por discordância erosiva, apresentando algumas vezes delgados níveis de brecha basal.

Os sedimentos desta unidade litoestratigráfica são de granulometria fina, bem selecionados, contendo freqüentemente micas, e mais raramente feldspatos, sílica amorfa e minerais opacos, e exibem grande variedade de estruturas sedimentares (IPT, 1981a).

Segundo Barison (2003), a mineralogia da Formação Adamantina é constituída predominantemente por 93,4% de quartzo monocristalino e 2,1% de quartzo policristalino, aproximadamente 2% de feldspatos, além de fragmentos líticos (quartzitos) e acessórios (silicatos e óxidos). A matriz é composta por argilominerais (montmorilonita e illita) que se distribuem da superfície até em profundidade.

As maiores espessuras da Formação Adamantina ocorrem nas porções ocidentais dos espigões entre os grandes rios. Atinge 160 metros entre os rios São José dos Dourados e Peixe; 190 metros entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema e 100 a 150 metros entre os rios Peixe e Turvo, adelgaçando-se dessas regiões em sentido a leste e nordeste.

Os depósitos da Formação Adamantina apresentam algumas variações regionais que têm levado diversos autores a adotar denominações informais, tais como: membros, fácies, litofácies ou unidades de mapeamento para designar conjuntos litológicos com características distintas, para os depósitos denominados “Bauru”, correspondentes à Formação Adamantina.

Entretanto, as subdivisões propostas adaptam-se melhor a variações litológicas localizadas, não havendo, ainda, um consenso a respeito de uma subdivisão que possa ser aceita regionalmente para a Formação Adamantina como um todo. Dentre os motivos para tais divergências destaca-se a descontinuidade

geográfica do Grupo Bauru, o que, conforme Fúlfaro e Barcelos (1992) e Fúlfaro e Perinotto (1996), leva diversos pesquisadores a setorizar aspectos da sedimentação desta formação.

De acordo com Paula e Silva (2003) e Paula e Silva, Chang e Caetano-Chang (2003, 2005) ainda permanece uma série de dúvidas relacionadas às relações estratigráficas, tectônicas, estruturais, entre outras, desta sucessão suprabasáltica cretácea.

Trabalhos desenvolvidos por estes autores, ao estudar o arcabouço litoestratigráfico de subsuperfície, baseados em perfis geofísicos de poços profundos, permitiram estabelecer o arcabouço estratigráfico de subsuperfície da seqüência neocretácica suprabasáltica, com a identificação de duas superfícies de discordâncias regionais (S1 e S2). Estas superfícies de discordâncias constituem-se em horizontes-guia, para a delimitação de unidades geofísicas correspondentes às unidades litoestratigráficas formais (PAULA E SILVA, 2003; PAULA E SILVA; CHANG; CAETANO-CHANG, 2003, 2005).

A concepção clássica de estratigrafia dos sedimentos cretáceos suprabasálticos, proposta por Soares et al. (1980), com modificações sugeridas por diversos autores nas décadas de 1980 e 1990, ainda é para Paula e Silva (2003) aquela que tem maior aceitação pela comunidade científica, constituindo-se na coluna geológica padrão da maioria dos trabalhos referentes ao Bauru (Quadro 2).

Quadro 2 - Caracterização das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru

Unidade	Características litológicas
Marília	Formalmente caracterizada por Soares et al. (1980); unidade composta por arenitos grossos a conglomeráticos, teor de matriz variável, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis, maciços ou com acamamento incipiente subparalelo e descontínuo, raras estratificações cruzadas de médio porte e raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários. Espessura máxima 160 metros na região de Marília.
Adamantina	Formalmente caracterizada por Soares et al. (1980) como um conjunto de fácies compostas por bancos de arenito róseo a castanho, espessura variando entre 2 e 20 metros, granulação fina a muito fina, estratificação cruzada, intercalados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, cor castanho avermelhada a cinza castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo, com marcas de onda e microestratificação cruzada. Espessura máxima 182 metros (MEZZALIRA, 1974).
Araçatuba	Proposta por Suguio (1981) e redefinida por Batezelli et al. (1999), constituída por siltitos arenosos cinza esverdeados, ora maciços, ora com estratificações plano-paralelas e cruzadas, com variações laterais para siltitos argilosos ou arenitos lamíticos, intercalados a bancos de arenitos muito finos, com ocorrência de moldes romboédricos de cristais salinos e espessura média estimada de 30 metros.
Santo Anastácio	Formalmente caracterizada por Soares et al. (1980), constituída predominantemente por arenitos de cor marrom avermelhada, granulação fina a média, com grãos recobertos por película limonítica, teor de matriz inferior a 15%, até 15% de grãos de opala e feldspato, cimentação e nódulos calcíferos localizados com incipiente estratificação plano-paralela e cruzada tangencial de baixo ângulo, lentes descontínuas de lamito marrom avermelhado. Espessura de 80 metros.
Caiuá	Formalmente caracterizada por Soares et al. (1980), como uma unidade com notável uniformidade litológica, representada por arenitos avermelhados a arroxeados, muito finos a médios, com grãos envoltos por película limonítica, estratificação cruzada tangencial de grande porte, teor de matriz lamítica inferior a 5%, com ocorrência restrita à região sudoeste do Estado de São Paulo. Espessura máxima 200 metros.

Fonte: Paula e Silva (2003)

Paula e Silva (2003) afirma que atualmente as unidades suprabasálticas cretáceas do Estado de São Paulo estão distribuídas segundo duas divisões estratigráficas: a primeira de acordo com as propostas de Soares et al. (1980) e a segunda indicada por Fernandes (1998). Paula e Silva (2003) considera que as concepções propostas por Fernandes (1998) e por Fernandes e Coimbra (1996,

2000) não estão ainda suficientemente esclarecidas para serem formalmente utilizadas.

4.3.3 Depósitos Cenozóicos

Os depósitos cenozóicos do Planalto Ocidental correspondem a níveis escalonados na paisagem que, por sua vez, estão vinculados às fases de aplainamento. São coberturas geralmente pouco espessas que cortam tanto o cristalino como os planaltos interioranos; sua origem estaria ligada a fatores climáticos ou tectônicos.

Moraes Rego (1933), estudando o cenozóico paulista, constatou o seu caráter predominantemente terrígeno e não glacial, o que dificulta a separação Terciário e Quaternário e a distinção entre Pleistoceno e Recente.

Fúlfaro e Suguio (1974) tendem a minimizar as questões climáticas em função de eventos tecto-sedimentares entre os depósitos cenozóicos do Estado de São Paulo. Os autores descrevem depósitos de areias e colúvios encontrados nos divisores de água do Estado de São Paulo.

Estes depósitos apresentam cascalhos com seixos de quartzitos e calcedônia ou fragmentos retrabalhados de limonita. Os fragmentos mostram-se dificilmente individualizados quando não há presença de cascalhos na base, são mal estruturados e confundidos com material eluvial, devido à pouca diferenciação do material de alteração das rochas regionais.

Para Landim, Soares e Fúlfaro (1974) e Soares e Landim (1976), os depósitos cenozóicos são constituídos por areias desestruturadas, tendo a base sobre o estágio inferior ou diretamente sobre formações mais antigas, depósitos de cascalho ou uma linha de seixos constituída por quartzito e escassos fragmentos de limonita.

Esses autores também atribuíram a origem dos depósitos cenozóicos a duas superfícies geomorfológicas distintas:

- a) Superfície Sul-Americana: de idade Terciária e anterior à formação da Depressão Periférica. Os depósitos correlatos a esta superfície de aplainamento podem ser encontrados a 600 metros de altitude, mantendo a forma de amplos pediplanos

sobre o arenito cretáceo. Seu caráter distintivo é a sua cor vermelho-escuro, com intenso enriquecimento em ferro.

- b) Superfície Velhas - provavelmente de idade Quaternária (KING, 1956) existindo seus depósitos sobre a Depressão Periférica.

Fúlfaro (1979) refere-se aos materiais cenozóicos como sedimentos inconsolidados, assemelhando-se a solos, com níveis de seixos na base, recobrendo discordantemente outros tipos litológicos mais antigos do próprio Cenozóico, Mesozóico, Paleozóico até rochas do embasamento cristalino.

O contato dos materiais cenozóicos com as rochas subjacentes é feito por uma superfície irregular de desnível variado, sotoposta a cascalhos com seixos de sílex, quartzitos e fragmentos de limonita, recobrendo os espigões ou preenchendo paleo-vales escavados em rochas mais antigas.

Fúlfaro (1979) observa que, no estado atual do conhecimento dos depósitos cenozóicos (final da década de 1970), fica difícil estabelecer uma gênese e cronologia únicas; assim, classifica os materiais inconsolidados em três tipos de depósitos:

1. depósitos de espigão;
2. frontais às escarpas regionais (pedimentos);
3. depósitos em paleo-vales.

Suarez (1976, 1991) denomina de Formação Piquerobi, depósitos cenozóicos areno-argilosos de coloração avermelhada, espessura de 8 metros, superpostos em discordância erosiva com o Grupo Bauru, encontrados no extremo oeste do Estado de São Paulo.

Segundo Melo e Ponçano (1983), os depósitos cenozóicos e as principais feições encontrados no Planalto Ocidental podem ser agrupados em:

- registros sedimentares e morfológicos de fases de morfogênese mecânica;
- depósitos controlados por soleiras locais;
- depósitos associados às últimas fases de clima úmido;
- evidências pedológicas de evolução cenozóica.

Godoy (1989) descreve a ocorrência de depósitos coluviais na região de Presidente Prudente, que contêm fragmentos de restos vegetais, com espessuras entre 8 e 30 metros, recobrendo rochas do Grupo Bauru e do Grupo Caiuá.

Bongiovanni (1990) estuda os depósitos cenozóicos do Planalto Ocidental, região de Paraguaçu Paulista, integrando aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos como contribuição ao seu conhecimento geotécnico.

Fúlfaro e Bjornberg (1993) reconhecem a existência da Superfície Sul-Americana (Terciária) no Estado de São Paulo. Coberturas com espessura máxima de 40 metros apresentam-se sobrepostas a esta superfície. Segundo os autores, com o levantamento da Serra do Mar no Terciário Médio e Superior, ocorreu um rejuvenescimento das drenagens com o aprofundamento dos leitos e a erosão da Superfície Sul-Americana. Já no Quaternário inferior, são formadas amplas planícies aluviais ao longo dos principais rios do Estado, entre eles o rio Paranapanema, além de coberturas coluviais nos divisores de água.

A Formação Rio Claro e os depósitos cenozóicos associados foram estudados por Melo (1995) no intuito de contribuir para a compreensão da evolução geológica neocenozóica da Depressão Periférica.

No diagnóstico da situação dos recursos hídricos da UGRHI 17 Médio-Paranapanema (CPTI, 1999) são englobados sob a designação genérica de depósitos cenozóicos:

1. Depósitos em terraços suspensos;
2. Depósitos em cascalheiras;
3. Depósitos em aluviões pré-atuais;
4. Depósitos recentes de encostas (coluvionares) e associados às calhas atuais (depósitos aluvionares).

As cascalheiras ocorrem associadas principalmente às calhas dos rios Paranapanema e afluentes de sua margem direita, suspensas em relação ao nível de base atual. São depósitos de pequena expressão em área, que variam de decímetros a metros de espessura. Podem apresentar predominância de clastos de natureza quartzítica, ou então de sílica amorfa. Em ambas, seixos de quartzo e de arenitos completam a constituição básica das cascalheiras, sempre com a presença em porcentagens variadas, de matriz arenosa.

Em posições de meia encosta aparecem depósitos aluviais pré-atuais de ocorrências restritas, constituídos por intercalações de leitos arenosos e argilosos.

A cobertura coluvionar ocupa de forma generalizada os atuais divisores d'água e suas encostas, com espessuras e composições variáveis ao longo da área. Estas coberturas são mais desenvolvidas nos relevos mais aplainados, atingindo algumas dezenas de metros na região do Médio-Paranapanema, e em situações particulares caracterizadas como rampas coluvionares, geralmente associadas aos relevos mais escarpados da área.

Os colúvios são constituídos por areias, siltes e argilas, freqüentemente associados com grânulos e seixos. A predominância de um dos tipos granulométricos, bem como de minerais constituintes, respondem diretamente à natureza do substrato rochoso.

No Planalto Ocidental é predominante a ocorrência de colúvios arenosos com porcentagens subordinadas de silte e argila. Na área de exposição das rochas basálticas, as coberturas com termos mais argilosos ou argilo-arenosos, quando próximas a arenitos, têm distribuição mais facilmente controlável.

No diagnóstico do meio físico do Médio-Paranapanema (CPTI, 1999), os autores descrevem que os principais cursos d'água estão associados aos depósitos aluviais mais desenvolvidos, com constituição predominantemente mais arenosa com níveis de cimentação limonítica. Cascalheiras e intercalações de outros termos são ocasionais, porém sempre presentes. A maior parte da rede de drenagem reentalha seus próprios depósitos.

5. GEOLOGIA LOCAL

As unidades litoestratigráficas presentes no município de Assis são constituídas por rochas sedimentares e ígneas, de idade mesozóica e depósitos sedimentares, de idade cenozóica.

Atividades de campo e laboratório foram realizadas no município de Assis e arredores, principalmente em direção à cidade de Echaporã, com o objetivo de encontrar elementos que permitam identificar as unidades litoestratigráficas, existentes, visando melhor cartografar a região.

A seqüência estratigráfica da região inicia-se pelos derrames de basalto – Formação Serra Geral que são sobrepostos por rochas sedimentares atribuídas à Formação Adamantina e às coberturas sedimentares cenozóicas.

O mapa geológico do município de Assis, em escala 1:50.000, confeccionado neste projeto encontra-se no Apêndice G.

Rochas sedimentares atribuídas à Formação Marília, unidade disposta sobre a Formação Adamantina, foram observadas apenas fora do município de Assis, nas proximidades de Echaporã onde são responsáveis pela sustentação do relevo mais pronunciado da região.

Ocupando a maior parte da superfície do município de Assis, em cotas que variam de 460m a 580m, encontra-se um sedimento arenoso, pouco consolidado, homogêneo com ou sem estrutura de bioturbação de coloração variando de vermelho intenso a vermelho alaranjado e amarelo pálido, com espessuras que atingem mais de 40 metros, constituídos essencialmente por grãos de quartzo

hialino com películas de óxidos/hidróxidos de ferro e/ou ferro argilâns, pequena proporção de argilominerais intersticiais intercrescidos com óxidos/hidróxidos de ferro recobrimo em discordância erosiva com as unidades estratigráficas presentes: Formação Serra Geral e Formação Adamantina (ver perfil no mapa geológico – (Apêndice G).

5.1 Distribuição das Unidades Cartografadas

A partir das diversas atividades de campo desenvolvidas ao longo do projeto e dos resultados dos ensaios de laboratório (granulometria, petrografia, química, difratometria) foi confeccionado um mapa geológico do município de Assis, em escala 1:50.000 (Apêndice G).

A seqüência estratigráfica na área de estudo inicia-se com os basaltos da Formação Serra Geral, aflorando em cotas que variam de 460m na parte norte do município; 440-500m a noroeste e sudoeste; 450-540m nas regiões nordeste e sudeste.

Já os sedimentos atribuíveis à Formação Adamantina (SOARES et al., 1980) ou Formação Vale do Rio do Peixe (FERNANDES, 1998) foram encontrados somente em cinco pontos da região centro-sudoeste do município, entre o Ribeirão do Cervo e o Ribeirão da Fortuna, em cotas que variam de 460m a 527m.

Em campo, não foram observados contatos entre as rochas da Formação Serra Geral e Formação Adamantina, em função da presença de coberturas cenozóicas e solos, mas em função da presença de minerais típicos de rochas basálticas encontradas como constituintes da Formação Adamantina, em concordância com informações da literatura geológica referente a esta região, assim, conclui-se que existe discordância erosiva entre as unidades. Também foram inferidos falhamentos na região, delimitando a área de ocorrência dos sedimentos da Formação Adamantina, no centro-sudoeste do município, com base nos lineamentos de drenagem. Isto ocorreu pelo fato ter sido encontrada apenas em área restrita e em posição topográfica cerca de 20 a 30 metros, abaixo do topo das rochas basálticas, que afloram a menos de três quilômetros a leste, das duas principais ocorrências da Formação Adamantina (Água do Fortuninha, Ponto 8, e o poço do

Campus da UNESP, Ponto 67) e baseado, também, na literatura geológica referente à tectônica que afetou o Grupo Bauru. Em todos os demais locais observados, o contato da Formação Serra Geral dá-se com a Aloformação Paranavaí, não tendo sido encontrada ligação física com outras áreas de ocorrência de sedimentos da Formação Adamantina.

Os pontos de campo indicam que a preservação da parte basal de um “fragmento” da Formação Adamantina, na área, ocorreu em função de falhamentos ocorridos durante ou mesmo após a deposição do Grupo Bauru, gerando um bloco baixo (graben). Este bloco baixo estaria posicionado na extensão mais leste da Depressão de Presidente Bernardes, e flanco sudeste do Alto de Paraguaçu Paulista (PAULA E SILVA, 2003).

Recobrimo praticamente todo o município de Assis, encontram-se sedimentos inconsolidados com coloração variando de vermelho intenso a vermelho alaranjado a amarelo pálido, com baixos teores de argila, denominadas por Sallun (2007) de Aloformação Paranavaí.

Neste trabalho foi utilizada esta denominação para os sedimentos inconsolidados, contudo, dividimos a Aloformação Paranavaí em duas unidades descritas a seguir:

- Unidade 1 – coloração vermelho intenso, com grande quantidade de óxido e hidróxido de ferro, encontrada na porção sul do município; e
- Unidade 2 – coloração vermelho alaranjado a amarelo pálido, recobrimo praticamente todo o município de Assis.

Considerando a importância agrícola, procurou-se separar outra unidade, que é constituída pela mistura, em proporção variada de produto de alteração do basalto mais o material arenoso da aloformação. Este material, pela maior riqueza de óxidos/hidróxidos e caulinita, é de boa qualidade agrícola, e foi classificado como Nitossolo Vermelho. A unidade foi separada da unidade Serra Geral, por não ser produto de alteração *in situ* e sim alteração de basalto movimentado e misturado com a cobertura.

Depósitos aluvionares recentes também foram identificados, recobrimo em discordância erosiva todo o conjunto. Localmente pode ser observado que o aluvião está recoberto pela cobertura por movimentos coluvionares atuais.

5.2 Formação Serra Geral

As rochas da Formação Serra Geral e seus produtos de alteração, afloram no município onde o relevo possui cotas entre 460m e 540m. Ao norte, na divisa dos municípios Assis-Lutécia, encontram-se em cotas de 460 metros sob a drenagem do Ribeirão São Bartolomeu. Na porção noroeste em direção a Paraguaçu Paulista e na porção sudoeste em direção à cidade de Tarumã, afloram rochas da Formação Serra Geral em cotas que variam de 460m a 500m. Na região sudeste-noroeste em direção a Platina e Cândido Mota, afloram rochas em cotas da ordem de 460m a 540m.

Estas rochas constituem o nível de base da maioria das drenagens ativas do município de Assis. Quando aparecem sustentando elevações, podem ser aproveitadas para a produção de brita (fato observado em duas pedreiras em atividade – Britamax e Fortuna – e em três pedreiras desativadas).

No município de Assis, os basaltos exibem diferenças granulométricas e texturais nas bordas do derrame (especialmente no topo); apresentam coloração cinza escuro quando são e esverdeada a vermelha quando alterados; granulação muito fina (afanítica) e estrutura vesicular a amigdaloidal. Na base do derrame apresentam estruturas de fluxo que quando ressaltadas pelo intemperismo (erosão diferencial), possuem aspecto estrutural (laminação/fitamento) de rocha sedimentar (Figura 13).

Na porção central do derrame o basalto é fanerítico, com granulação média atingindo mais de 1mm. Na base e especialmente no topo a rocha possui textura afanítica.

As amígdalas são milimétricas a centimétricas, raramente atingem mais de 10cm, e constituídas por intercrescimento concêntrico de calcedônia com diferente textura ou granulometria e, às vezes opala (ágata), podendo ter na porção central quartzo hialino com cristais submilimétricos a centimétricos. Podem conter, ainda, calcita, zeólitas e filossilicatos microcristalinos de cor verde (bowlingita, clorofoita, esmectita, nontronita, clorita, vermiculita e/ou illita trioctaédrica?).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 13 - Córrego do Jacu – basalto bem estruturado, provável base de um derrame, afloramento localizado a sudeste da cidade de Assis. (Ponto 12).

No desenvolvimento do projeto, nas atividades de campo, foram visitados, no perímetro do município de Assis 37 pontos onde afloram rochas e/ou produtos de alteração da Formação Serra Geral (ver mapa geológico e de pontos – Apêndice G).

Com base na variação da granulação, presença de concentração de amígdalas no topo e, secundariamente, base de derrame e estrutura de fluxo no limite inferior do derrame, foi possível observar que os derrames possuem espessuras mínimas da ordem de 20 metros e que as drenagens do limite norte do município estão encaixadas, pelo menos, no penúltimo derrame da Formação Serra Geral, e que imediatamente a sudeste de Assis, ainda dentro do perímetro urbano, a drenagem está encaixada na base de um derrame. Neste caso não foi possível determinar se se trata do último, do penúltimo ou do antepenúltimo derrame. Com base nesta constatação, para sul em direção a Cândido Mota, é possível afirmar que as drenagens também estão encaixadas pelo menos no penúltimo derrame (Figura 14).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 14 - Córrego do Jacu – drenagem encaixada na base de um derrame da Formação Serra Geral (Ponto 12).

O contato entre esta unidade e a Formação Adamantina não foi observado em campo, porém a presença de clinopiroxênio, plagioclásio cálcico, material de amígdala (calcedônia com estruturas características) e micro seixos constituídos por filossilicatos verdes, indicam discordância erosiva entre as duas unidades.

Com a unidade cenozóica o contato também é discordante erosivo e foi observado em vários locais. Outro aspecto também constatado foi a contribuição em grau variado de material de alteração do basalto na formação das coberturas.

Em dois afloramentos, um em pedreira abandonada (Ponto 12) e outro em pedreira ativa (Ponto 13) foram recolhidas amostras para análises de laboratório.

No Ponto 12, antiga pedreira, hoje denominada Estância Lago Azul, localizada imediatamente a sudeste da cidade de Assis, o material exhibe estrutura isótropa a visivelmente orientada, com raras máculas (amígdalas/vesículas) na porção central. Os topos dos derrames são caracterizados por estrutura amigdaloidal a vesicular, coloração cinza escuro (quase preto) e granulação fina (submilimétrica). A amostra analisada foi obtida na porção central deste derrame.

Ao microscópio a amostra mostrou ser constituída por: plagioclásio ($\pm 50\%$), augita ($\pm 20\%$), pigeonita ($\pm 15\%$), opacos, vidro vulcânico e argilominerais ($\pm 5\%$) cada um. A estrutura é de fluxo (aspecto pilotaxítico) e a textura é intersticial a intergranular, com cerca de 5% de vidro intersticial, material que pode estar ausente no centro dos derrames mais espessos e em teor maior na borda dos corpos. Os maiores cristais raramente atingem mais de 1,0mm de comprimento e a granulação média é da ordem de 0,3mm.

Os cristais de plagioclásio atingem aproximadamente 2,5mm de comprimento, com forma tabular a subtabular, exibindo um zoneamento pouco perceptível.

A lâmina apresentou também a presença de pseudomorfos de olivina, subedrais (quase eudral/anedral), constituído por filossilicatos de cor laranja a marrom avermelhado, sugerindo ser iddingsita. Os argilominerais formam pequenas concentrações concêntricas intersticiais, com formas de subamebóide ou circular.

Na borda da lâmina aparece material com relevo maior, cor mais forte, granulometria fina e com fibrosidade perpendicular à parede, coloração similar aos pseudomorfos de olivina (iddingsita). A porção central o material exibe índice de refração menor, granulação cripto ou microcristalina, coloração amarelo-alaranjado, sugerindo ser nontronita ou outro argilomineral do grupo das esmectitas.

Na porção centro-oeste a noroeste do município de Assis, afloram rochas maciças e de granulação fina (Ponto 13) às vezes, porém, visíveis a olho nu (faneríticas), constituindo matéria-prima para a produção de brita para a região.

A amostra de basalto coletada no Ponto 13 – Pedreira Britamax, pedreira em atividade – exibe rocha de estrutura isótropa, coloração cinza escura (quase preta) e granulação fina (submilimétrica). A composição mineralógica é plagioclásio ($\pm 45\%$), augita ($\pm 18\%$), pigeonita ($\pm 12\%$), argilominerais ($\pm 10\%$), magnetita ($\pm 5\%$), vidro intersticial ($\pm 5\%$).

A rocha exibe textura intersticial a granular, com 5% de vidro intersticial isolado entre os cristais, que no máximo atingem 1,0mm.

O plagioclásio (labradorita) exibe formas tabulares a sub-tabulares, dispostos caoticamente pela rocha, expondo também alguns fraturamentos e corrosão local pelo vidro. Nas fraturas podem aparecer películas de carbonato e argilominerais com cristais que raramente atingem 1,0mm de comprimento.

A augita forma cristais anedrais/subedrais isolados ou em pequenos agregados com poucos cristais, freqüentemente com pigeonita. A augita aparenta ter

iniciado a cristalização antes da pigeonita e, certamente, terminou depois desta fase mineral, uma vez que a envolve e a corroe.

A pigeonita forma cristais tabulares a equidimensionais, sempre menores que 0,5mm. É mais euédrica e clara que a augita e, localmente, possui fraturas curvas características.

A magnetita constitui cristais menores que 0,5mm, anedrais a subedrais, esqueléticos a maciços, dispersos pela lâmina; e exibe granulação média pouco superior à dos outros minerais.

Os argilominerais aparecem intersticialmente e formam massas criptocristalinas de cor marrom com matiz amarelo e verde, apresentam microfraturas de contração (gretagem). Estes minerais aparentam ter substituído possíveis cristais de olivina e, principalmente, estão preenchendo cavidades intersticiais (micro vesículas intersticiais) ou substituindo o vidro intersticial onde ele aparece em maior quantidade.

Argilominerais aparecem como o principal material de uma amígdala em associação com carbonato, barita e calcedônia. Aparecem também como alteração de piroxênio (nontronita?) em um domínio da lâmina.

O vidro exibe cor marrom e posicionamento intersticial. A barita forma cristais tabulares submilimétricos, preenchendo amígdalas com nontronita e carbonato.

A apatita aparece como agulhas dispostas heterogeneamente na lâmina, gerando difusos agregados fibrosos. A calcedônia aparece na borda da amígdala.

O carbonato forma cristais anedrais a euédrais (romboédricos) aparentando se tratar de ser dolomita. No caso em que aparece isolada, a forma do cristal aparenta ser produto de substituição da olivina.

As duas amostras de rochas básicas analisadas (Ponto 12 e Ponto 13), retiradas da região sudeste e centro-oeste do município de Assis, têm estrutura, composição mineralógica e granulometria similares, diferindo no tipo de material de alteração.

Merece destaque os argilominerais que na amostra do Ponto 12 formam pequenas concentrações concêntricas intersticiais, com forma variada de subamebóide a circular, e no Ponto 13 aparecem intersticialmente, formando massas criptocristalinas; aparentam, também, ter substituído cristais de olivina.

Na área de ocorrência de basalto, normalmente aparece um solo de coloração vermelho intenso, mais ou menos argiloso, e com porcentagem variada de

quartzo hialino ou com impregnação de óxidos/ hidróxidos de ferro, indicando tratar-se de sedimento recente, normalmente coluvionar, originado de basalto alterado e de sedimentos oriundos das unidades mais recentes: cretáceas e/ou quaternárias.

Em vários afloramentos, especialmente nas proximidades das drenagens, observou-se que o material argiloso, oriundo da alteração do basalto, nas épocas secas sofre gretamento, que atinge decímetros de profundidade. Esses espaços são preenchidos por material trazido pelo vento, pela água ou apenas pela gravidade. Esse material, quando encharcado, aumenta de volume espremendo o sedimento das rachaduras, que se mistura com o material da alteração do basalto. A repetição desse processo possibilita a introdução de grande quantidade de quartzo e outros minerais presentes nas coberturas cenozóicas no produto de alteração do basalto, melhorando a textura do solo. Este aspecto chega a dificultar a separação de sedimentos recentes com contribuição de basalto dos solos desenvolvidos diretamente do basalto.

Em função do exposto, no material de alteração e no solo desenvolvido sobre as rochas basálticas, foram realizadas análises granulométricas em 3 amostras (Pontos 2, 21 e 67 (72-74m)). Na amostra coletada no Ponto 2 foi também realizada análise química da amostra total e difrações de raios X da fração passante na peneira 325mesh. Os resultados são apresentados e discutidos a seguir:

O Ponto 2, com material oriundo da alteração de basalto "*in situ*" apresentou: $\pm 60\%$ de areia fina, $\pm 35\%$ de areia média e $\pm 5\%$ de silte.

A fração silte grosso da amostra retirada do Ponto 2, atribuída à Formação Serra Geral é constituída por quartzo ($\pm 83\%$), caulim ($\pm 8\%$), opacos ($\pm 5\%$), goethita ($\pm 0,9\%$), turmalina ($\pm 0,9\%$), zircão ($\pm 0,7\%$), anatásio ($\pm 0,1\%$) e fitólito ($\pm 0,1\%$). Em sua maioria os grãos de quartzo apresentam crostas de óxido/hidróxido de ferro. Nessa amostra, a maior parte da granulação areia média e areia trata-se de concreções argilo-ferruginosas (caulinita, hematita e goethita).

A fração leve é constituída basicamente por grãos de quartzo cobertos por crostas de óxido/hidróxido de ferro, caulim e fitólito. Como minerais pesados, foram encontrados: opacos, goethita, turmalina, zircão e anatásio.

A análise química de elementos maiores da amostra retirada do Ponto 2 apresentou resultados de 32,38% de SiO_2 , 26,27% Fe_2O_3 , 21,55% Al_2O_3 , 4,87% TiO_2 , demonstrando que o material em questão trata-se de basalto com pequena

contribuição da cobertura cenozóica. A análise química completa encontra-se no Apêndice D.

A difração de raios X mostrou que a fração fina é composta por caulinita, hematita e em menor quantidade magnetita/maghemita, goethita, anatásio (pico 3,52 Å). Os ruídos ou anomalias positivas pouco definidas, detectados no difratograma obtido para a fração *in natura*, correspondentes a possibilidades de picos relativos a espaçamentos basais de 24,6, 17, 16,2, 14,7, 13, 9,1 e 8,0 Å, que poderiam ser interpretados como minerais do grupo da montmorillonita e interstratificados resultantes da transformação de argilominerais 2:1 para caulinita e illita para esmectita, não foi confirmada pelos difratogramas obtidos para as amostra glicolada e queimada por quatro horas a 300 e 550°C (Figura 15). Os difratogramas apresentam *background* e intensidade relativamente baixa sugerindo a presença de material amorfo (hidróxidos de ferro e alumínio e possivelmente sílica). Os picos relativos à caulinita evidenciam que este mineral não exhibe boa cristalinidade, e o pico 7 Å correspondente ao espaçamento basal apresenta forte assimetria para a esquerda, sugerindo a entrada de água (halloysita) e/ou interstratificação com esmectita (caulinita-esmectita), aspecto que também não foi confirmado pelos difratogramas adicionais. Um outro aspecto é a presença de um pico bem marcado relativo ao espaçamento da rede cristalina da ordem 4,08 Å, interpretado como pertencente à caulinita correspondente à opala.

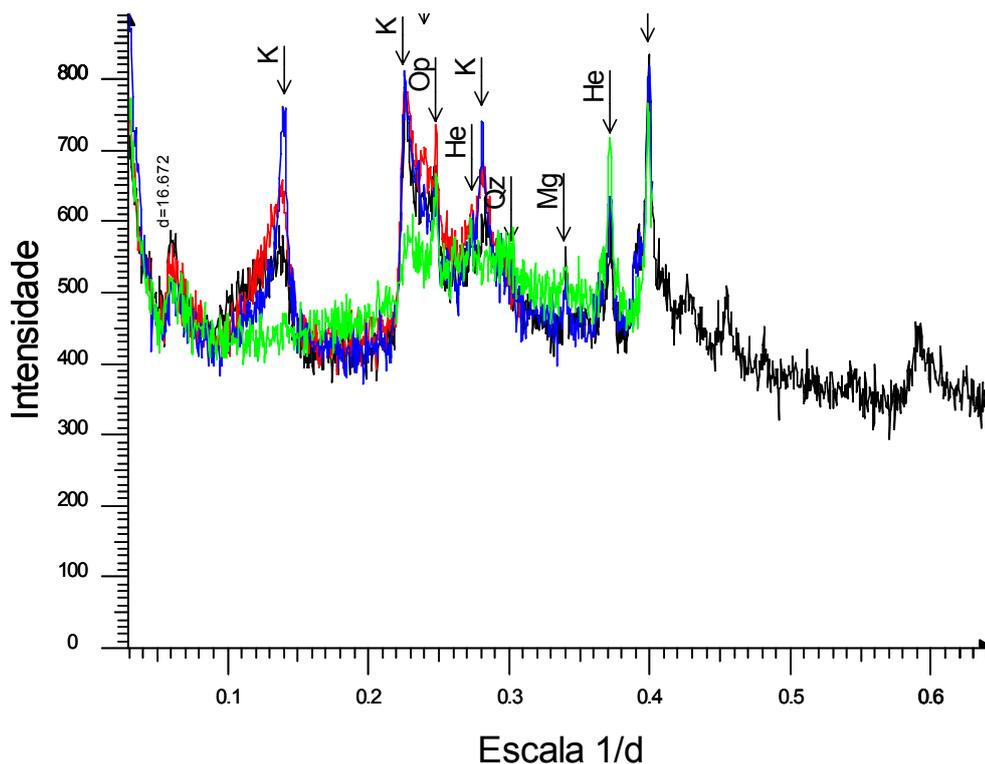


Figura 15 - Difratogramas da Amostra **Ass2 (Ponto 2)** fração menor que 4µm de material de alteração de basalto. Linha preta amostra normal, linha vermelha (glicolada), linha azul (material queimado a 300°C) e linha verde (material queimado a 550°C por 4 horas). Aparecem picos referentes à caulinita (K), hematita (He), magnetita (Mg), quartzo (Qz), opala (Op). Não foram marcados os picos referentes a hematita e goethita. A anomalia marcada com o espaçamento 16,672 trata-se de ruído do aparelho, fato demonstrado pelos espectros glicolado e queimados.

Os dados químicos associados aos dados microscópicos e de difração de raios X mostram que, nas frações de areia fina e silte grosso, ocorre maior quantidade de material proveniente da cobertura cenozóica e que, nas frações mais grossas, concentra-se o produto de alteração do basalto (agregados de caulinita cimentados por óxidos e hidróxidos de ferro e titânio e concreções ferruginosas).

Para a amostra 21 os resultados da análise granulométrica foram: 10% de areia média, 26% de areia fina e 60% de silte e 4% de argila. A fração silte grosso mostrou ser composta por 61% de quartzo, 28% de opacos, 2,4% de argila, 0,9% de goethita, 0,6% de turmalina, 0,4% de feldspato e zircão, 0,2% de rutilo. Os grãos de quartzo apresentaram esfericidade moderada a subarredondada. Constatou-se a presença em lâmina de grande quantidade de minerais opacos.

A fração leve é constituída por grãos de quartzo, argila e feldspato. Os minerais pesados presentes são: opacos, goethita, turmalina, zircão e rutilo.

Em relação ao ponto anterior nota-se maior contribuição de material da cobertura cenozóica e praticamente ausência de concreções grossas, quase que apenas como silte fino a argila. Esta diferença aparenta estar relacionada com a evolução pedogenética e topográfica. A amostra 2 foi obtida em cabeceira de drenagem, com evidência de ter sido pântano, enquanto a amostra 21 foi obtida em encosta de divisor de água.

O Ponto 67, locado dentro do Campus da UNESP - Assis, é um poço de 74 metros de profundidade, e a amostra analisada está entre 72-74m, logo abaixo do contato com a Formação Adamantina. O material trata-se de basalto totalmente modificado com porções parcialmente alteradas, as quais foram fragmentadas na perfuração por percussão.

A análise granulométrica da amostra resultou em 33% de areia grossa, 7% de areia média, 12% de areia fina, 33% de silte e 15% de argila. A granulometria areia grossa e média é composta basicamente por fragmentos de basalto parcialmente alterado ou não. A porção mais fina é constituída basicamente pelo material de alteração.

As amostras das porções de topo obtidas nos Pontos 16 e 17 mostraram, nos estudos microscópicos e de difração e fluorescência de raios X, serem oriundas de coberturas que tiveram como fonte principal um material alterado de basalto. No Ponto 16 a difração de raios X, além de caulinita, quartzo, hematita e hidróxidos de ferro, acusou a presença de pequena quantidade de clorita (Figura 16). O difratograma da amostra do Ponto 17 revela a presença de gibbsita, que constitui pico nítido demonstrando estar presente em quantidade significativa. Neste difratograma também nota-se estar presente a opala (pico 4,08 Å) (Figura 17). Neste caso a possível precipitação da sílica criptocristalina ou amorfa pode estar ligada à calagem, uma vez que a amostra foi coletada em local de agricultura, inclusive na fração silte foram encontrados grãos de carbonato, provavelmente decorrentes de material utilizado para calagem.

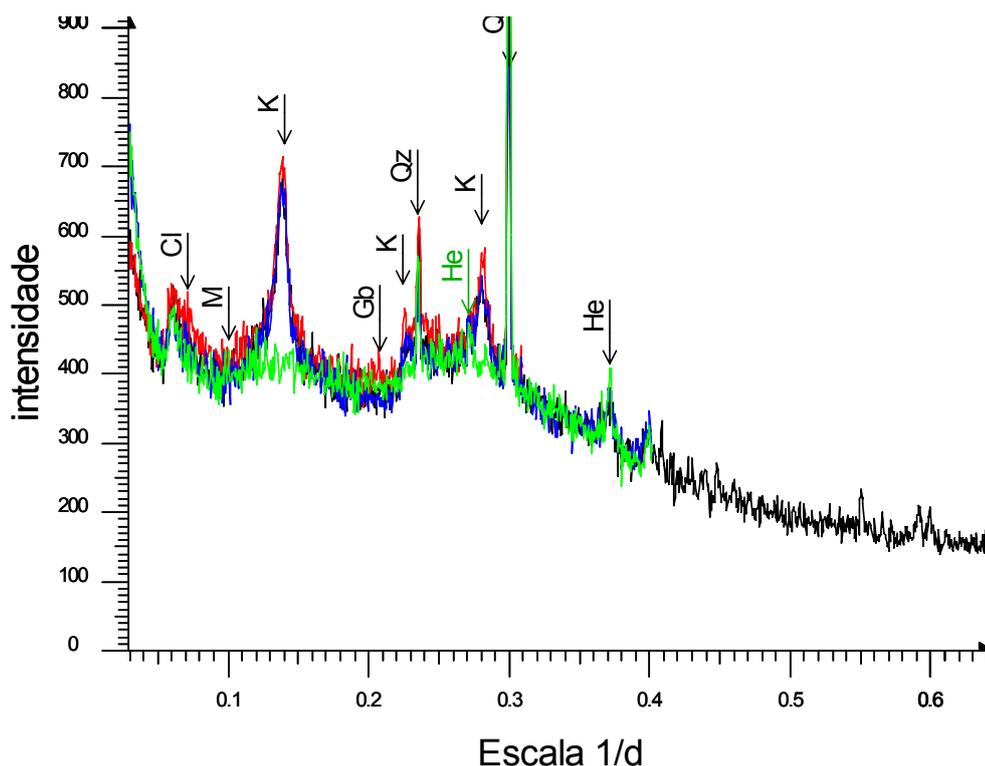


Figura 16 - Difractogramas da Amostra **Ass16 (Ponto 16)** fração menor que $44\mu\text{m}$ de material com aspecto de terra roxa mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), Gibbsita (Gb), clorita (Cl) e mica (M). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

Os resultados de campo e laboratório indicaram que a maioria dos solos interpretados como resultantes da alteração de basaltos, no município de Assis, apresenta contribuição em grau variado, normalmente significativo de material da cobertura cenozóica e que a mineralogia é constituída principalmente por caulinita, quartzo, hematita, magnetita, goethita, óxidos de titânio (anatásio/rutilo e ilmenita) e por material amorfo composto por sílica e hidróxidos de alumínio e ferro. Dependendo da pedogênese pode aparecer nos casos mais elevados gibbsita e nos restos menores clorita e outros argilominerais presentes nos basaltos resultantes de alterações deutéricas e pedogenéticas.

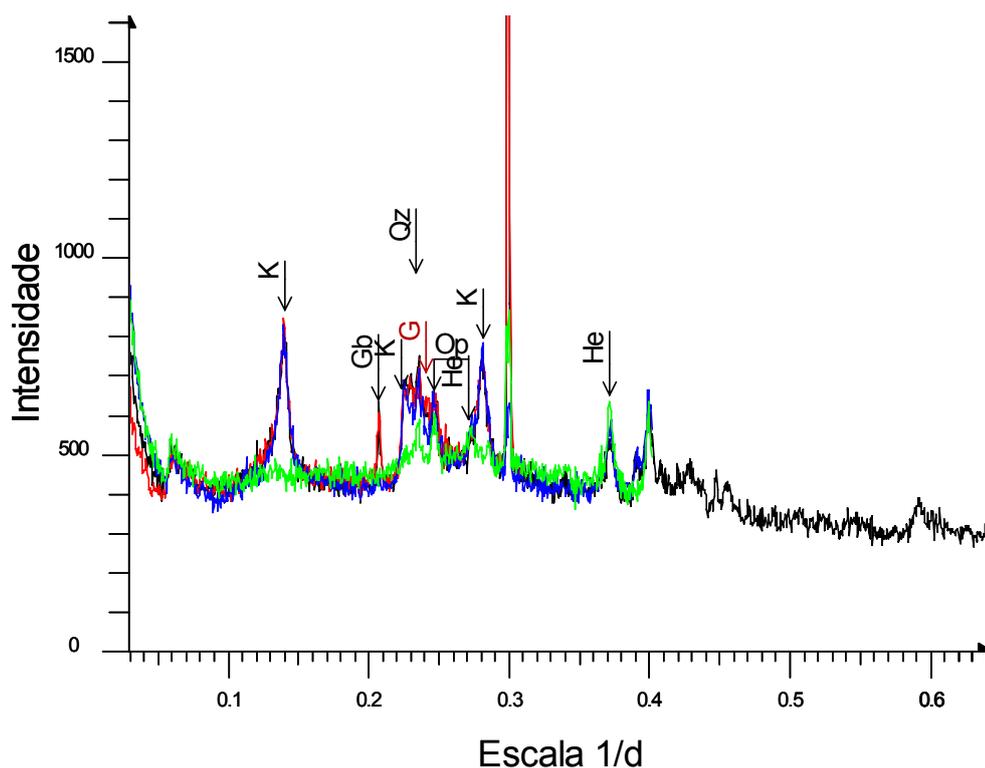


Figura 17 - Difractogramas da Amostra **Ass17 (Ponto 17)** fração menor que $44\mu\text{m}$ de material com aspecto de terra roxa mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), Gibbsita (Gb), goethita (G) e opala (Op). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

5.3 Formação Adamantina

As rochas sedimentares atribuídas à Formação Adamantina (segundo concepção de SOARES et al., 1980) e utilizadas neste trabalho, foram observadas em apenas 5 afloramentos (Pontos 8, 11, 17,57 e 67) posicionados a noroeste e sudoeste da cidade de Assis em cotas que variam de 460 a 527 metros. No Ponto 67, poço tubular para a captação de água subterrânea, foi amostrado um perfil com espessura da ordem de 25 metros (47 a 72m). Esta espessura encontrada – 25m – é bastante próxima ao se observar o mapa de isópacas da Formação Adamantina (PAULA E SILVA, 2003), em que as menores espessuras são encontradas na calha do médio e baixo rio Tietê e na região sudoeste do Estado, significativamente reduzidas pela erosão cenozóica.

A seção-tipo que representa as rochas da Formação Adamantina (Ponto 8) ocupa um barranco de drenagem da Água do Fortuninha, em cota de 510m, localizado no Parque Universitário, zona urbana de Assis. São rochas estratificadas com espessuras decimétricas a métricas, constituídas por argilitos, siltitos, arenitos e, subordinadamente níveis conglomeráticos de granulação fina, exibindo predominantemente cor marrom avermelhada a arroxeada.

Ocorrem níveis de espessura decimétrica a centimétrica de coloração esverdeada, cinza claro a creme, que se destacam do material avermelhado. Esses níveis ocorrem intercalados ritmicamente exibindo tonalidades, texturas e estruturas diferentes e são compostos por arenitos finos e siltitos, com ou sem laminações argilosas a siltosas, estratificações cruzadas de pequeno porte e laminação, ondulada e plano-paralela (Figuras 18 e 19). Como o afloramento é de barranco de drenagem, sem grande continuidade lateral não foi possível ter certeza se a coloração desses níveis é primária ou é resultante de percolação de água subterrânea, em condições redutoras.

Os bancos mais espessos possuem medidas decimétrica a métrica (no afloramento atinge pouco mais de 1 metro) e estrutura predominantemente maciça. São representados por argilitos e arenitos com coloração avermelhada, com limites nítidos, especialmente no caso do material mais fino e transicional ou gradacional entre os níveis arenosos.



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 18 - Água do Fortuninha – banco de argilito siltoso, levemente laminado, com cerca de 1m de espessura, Formação Adamantina (Ponto 8).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 19 - Água do Fortuninha – banco de argilito siltoso, com leito mais rico em areia, cerca de 1,2m de espessura, parcialmente alterado, Formação Adamantina (Ponto 8).

Cabe ressaltar que esta unidade também pode ser correlacionada à Formação Vale do Rio do Peixe (FERNANDES, 1998), que redefiniu a Formação Adamantina, fato não aceito por Paula e Silva, Chang e Caetano-Chang (2003) por entenderem que a característica principal dessa unidade é a variabilidade litofaciológica lateral e vertical.

Quanto à amostra 8n1base, que no afloramento localizado na Água do Fortuninha (Ponto 8) expressava a definição típica de lamitos/argilitos do Grupo Bauru (Formação Adamantina), o resultado da análise granulométrica revelou a baixa quantidade de areia (16%) e silte grosso (6%), para 78% de material representado por silte fino (menor que 44 μm) e argila, com predomínio do segundo, uma vez que, no período de uma semana não ocorreu decantação significativa do material passante na peneira 325 mesh.

A fração silte grosso da amostra 8n1 base, apresentou a seguinte composição mineralógica: 84,0% quartzo, 13,0% de opacos, 2,2% de caulim, 1,5% de hematita, 0,6% de zircão, 0,5% de turmalina, feldspato, muscovita e goethita, 0,16% de estauroлита e fitólito. Aproximadamente metade dos grãos de quartzo, estão limpos e metade sujo, por hidróxido de ferro. A maior parte dos grãos são subangulosos, outra parte subarredondados, a magnetita é o mineral opaco predominante, caulim aparece em agregados microcristalinos. O fitólito observado deve tratar-se de contaminação, uma vez que a amostra foi coletada em leito de drenagem e não foi tomado o devido cuidado para se evitar a contaminação, com material da cobertura.

A fração leve é constituída principalmente por quartzo, caulim e feldspato. Minerais pesados encontrados na amostra foram os opacos, hematita, zircão e turmalina.

O resultado da análise química da amostra 8n1base para elementos maiores encontra-se no Apêndice D.

A difração de raios X (Figura 20) mostrou que o material é composto basicamente por quartzo, caulinita, hematita e pequena quantidade de mica/illita e feldspatos. A difração de raios X, em associação com a distribuição granulométrica, análise química e estudos microscópicos possibilita projetar teores mínimos de quartzo e caulinita da ordem de 30%, cerca de 10% de mica/illita, 7 a 8% de hematita e menos de 5% de feldspatos.

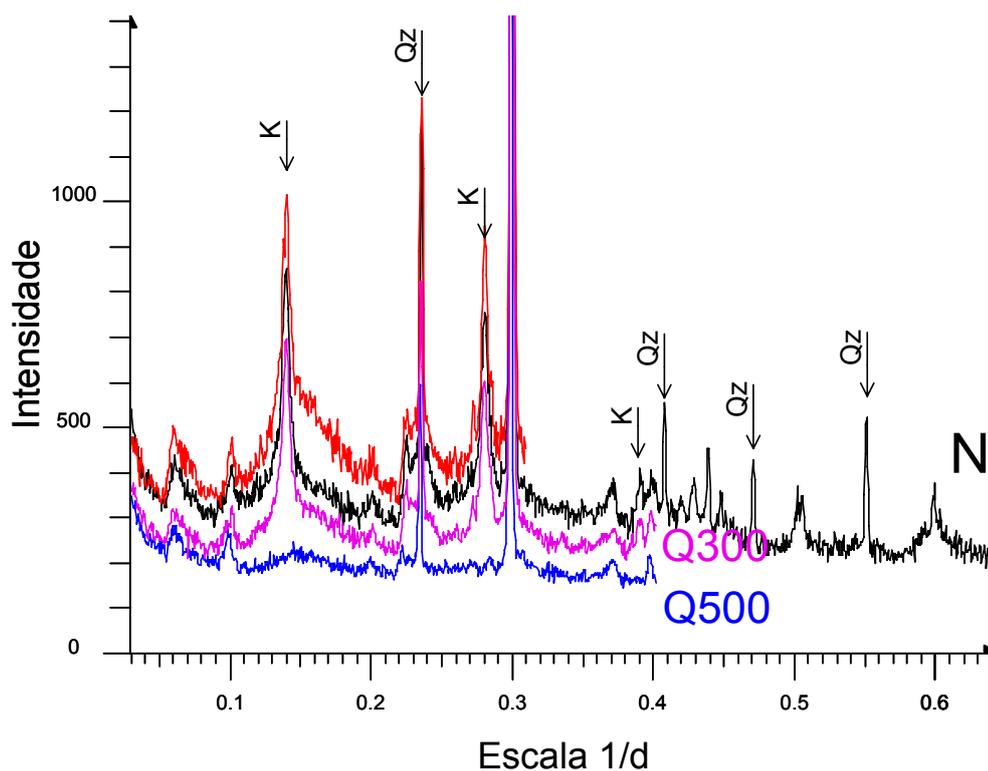


Figura 20 - Difratoqramas da Amostra **Ass8n1 (Ponto 8)** fração menor que $44\mu\text{m}$ de material de argiloso de cor vermelha. Linha preta amostra normal, linha vermelha (glicolada), linha lilás (material queimado a 300°C) e linha azul (material queimado a 550°C por 4 horas). Aparecem picos referentes a quartzo (Qz) e caulinita (K). Não foram marcados os picos nítidos referentes a hematita e mica/illita (10 \AA). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d), trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

Nas outras amostras (8, 11int, 17, 57C, 57D) o resultado da análise granulométrica apresentou em média 46% para areias, 36% para silte e 16% para argila. O resultado completo encontra-se no Apêndice C.

A fração silte grosso da amostra 8 que corresponde a um arenito vermelho com matriz síltico-argilosa, apresentou, em lâmina, a seguinte constituição mineralógica: 69,0% de quartzo; 19,0% de feldspato; 3,5% de calcedônia e quartzo policristalino; 2,6% de opacos; 1,5% de agregados de filossilicatos, alguns com ferroargilãs; 0,5% clinopiroxênio; 0,4% de muscovita e agregados de argila; 0,28% de labradorita e turmalina; 0,14% de biotita, rutilo, zircão, carbonato e fitólito. Os grãos de quartzo apresentam-se com boa esfericidade, os outros grãos minerais têm baixo arredondamento e esfericidade (Figura 21).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 21 - Água do Fortuninha – arenito vermelho com matriz síltico-argilosa, Formação Adamantina (Ponto 8).

A fração leve é constituída principalmente por quartzo, feldspato, calcedônia e quartzo policristalino. Foram encontrados os seguintes minerais pesados: opacos, turmalina, rutilo e zircão.

No Ponto 11, em afloramento de corte de rodovia em cota de 510m, com cerca de 4m de altura, a oeste do Ponto 8, podem ser reconhecidos três níveis, o basal de cor vermelho tijolo, argilo-arenoso, maciço a difusamente laminado, com quase 1m de espessura. Este nível encontra-se capeado por um banco de arenito fino, com cerca de 1,5m de espessura, também de estrutura maciça e cor vermelha, porém com tonalidade mais clara. Sobre este material, com contato difuso, aparentemente transicional, ocorre outro banco arenoso, de coloração um pouco mais clara e mais friável, de espessura similar, interpretado como cobertura colúvio aluvionar de idade quaternária.

A constituição e a competência do nível basal não deixam dúvida de que se trata de material da Formação Adamantina, porém a natureza francamente arenosa, a falta de estruturas diagnósticas e o estado de alteração do banco intermediário

suscitaram dúvida da origem deste. Desta forma, foram executadas análises granulométrica, mineralógica e química de elementos maiores, no nível intermediário (amostra 11int), as quais encontram-se a seguir descritas.

A amostra 11int, apresenta características similares às do banco arenoso representado pela amostra 8. Nesta amostra não foi encontrada nenhuma porcentagem de argila, mais de 50% de areia fina, totalizando valores de areia acima de 65% e 35% de silte. Os principais elementos maiores encontrados foram: SiO_2 (82%), Al_2O_3 (6,8%), Fe_2O_3 (5,9%), LOI (3,2%), TiO_2 (1,7%). A fração silte grosso, analisada por microscopia de luz transmitida, mostrou ser constituída por: 68% de grãos de quartzo, 21% de opacos, 8,3% de feldspato, 1% de rutilo, 0,81% de zircão. A fração leve é composta de quartzo e feldspato. Os minerais pesados encontrados foram opacos, rutilo, zircão e turmalina.

A difração de raios X para a amostra 11 correspondente ao nível basal, realizada no passante na peneira 325mesh, mostrou composição idêntica ao da amostra 8n1, com um pouco mais de quartzo. Já o estrato intermediário, (amostra 11I) mostrou quantidade bem superior de quartzo, menor quantidade de caulinita e hematita e o difratograma não detectou a presença de mica e/ou illita (ver Apêndice E).

As análises demonstraram que o nível intermediário trata-se de banco arenoso pertencente à Formação Adamantina, que foi bastante alterado com possível remoção de argila intersticial pela percolação de água subterrânea, em função do posicionamento geomorfológico e estratigráfico. Este material arenoso encontra-se posicionado sobre banco argiloso próximo à base de ampla colina, com cobertura arenosa, provocando o afloramento do aquífero.

Os bancos arenosos da Formação Adamantina, em função da pedogênese, na ausência de linhas de seixos ou cascalhos, não apresentam contato nítido com a cobertura cenozóica. Este aspecto, em função da rara presença de linha de seixos ou cascalho e, principalmente, similaridades texturais, estruturais, inclusive das feições de bioturbação, quando presentes, dificulta a diferenciação mesoscópicas dessas unidades, tornando necessários estudos de laboratório.

No Ponto 17, representando a Formação Adamantina, em sulco de erosão na base de corte de estrada (SP-270 – Rodovia Raposo Tavares), cota de 460m, com cerca de 1m de altura, observou-se argilito siltoso, de aspecto maciço, cor vermelho e intenso fraturamento subvertical, com espaçamento centimétrico a sub-centimétrico gerando aspecto de clivagem de fratura. Desse material, por formar

fragmentos com certa rigidez, não foi coletada amostra, não sendo submetido a ensaios granulométricos e, conseqüentemente, não foi obtida a fração silte para análise microscópica e nem a fração argila para a difração de raios X (Figura 22).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 22 - SP 270 – Rodovia Raposo Tavares – argilito siltoso de aspecto maciço, Formação Adamantina (Ponto 17).

A amostra do Ponto 17 que foi analisada trata-se de cobertura, com cerca de 1m de espessura, que capeia o argilito-siltoso e exibe aspecto de um Nitossolo Vermelho (atual denominação para os solos anteriormente chamados de terra-roxa).

A amostra 17 apresenta uma quantidade de areia acima de 36%, silte (63%) e 1% de argila, inferior à das outras amostras da Formação Adamantina analisadas, podendo se tratar de uma cobertura com influência do basalto (ver Apêndice F).

Em lâmina, a amostra 17 é constituída por: grãos de quartzo ($\pm 36\%$), opacos ($\pm 47\%$), caulim ($\pm 14\%$), feldspato caulinizado ($\pm 2\%$) e hematita ($\pm 0,5\%$). Os grãos de quartzo são principalmente subarredondados, a minoria é subangulosa, quase sempre apresentando crostas de hidróxido de Fe. Vários agregados de argilominerais apresentam ao microscópio coloração azul, vermelha e amarela

sugerindo conterem minerais do grupo da montmorillonita, evidenciando imaturidade mineralógica e alteração de basalto.

A fração leve é constituída por quartzo caulim e feldspato. Os minerais pesados presentes na lâmina da amostra 17 foram: opacos, turmalina, hematita e apatita.

Na análise química de elementos maiores da amostra 17, além da maior proporção de SiO_2 (58,98), o Fe_2O_3 (16,63) fica em segundo lugar, diferentemente das amostras 8n1 base, 11 int, nas quais a proporção de Al_2O_3 é maior que a de Fe_2O_3 . A análise química corrobora a análise granulométrica em que a influência do basalto é bastante forte nesta amostra.

A difração de raios X mostrou que a fração menor que $4\mu\text{m}$ é composta basicamente por caulinita, com porcentagem subordinada de hematita, quartzo e traços de clorita, mica/illita, feldspatos e gibbsita.

A análise mineralógica, granulométrica, com resultados bastante próximos, em associação com observações de campo, possibilitou interpretar que a amostra 17 corresponde a material coluvionar resultante da alteração de basalto, com contribuição minoritária de sedimentos atribuíveis à cobertura cenozóica e/ou à Formação Adamantina. Esta formação aflora no Ponto 16, localizado na mesma encosta, topograficamente acima, onde está coberta por material coluvionar similar ao analisado neste ponto.

Os aspectos colocados anteriormente, em associação com as observações de campo, permitem concluir que o material em foco resultou de coluvionamento recente, provavelmente de idade holocênica, produto de alteração de basalto, que aflora em nível topográfico superior, constituindo um ótimo solo para a agricultura regional.

No Ponto 57, cota de 506m, em corte decimétrico de estrada aflora siltito argiloso. Ao lado da estrada, observa-se três porções distintas, uma basal constituída por material areno-argiloso, com baixa consistência, coloração amarelada a avermelhada (amostra 57C), capeado por material mais arenoso de cor mais clara a cinza pelo efeito da drenagem (amostra 57D). No topo aparece um nível decimétrico a métrico arenoso, de cor amarelo alaranjado com fragmentos de carvão (amostra 57 B) e lateralmente aparece material aluvionar, associado a atual drenagem.

Nas amostras 57C e 57D foram realizadas análises granulométricas e obteve-se resultados bastante distintos. Na amostra 57C a média das areias é de 36%, enquanto que na amostra 57D a média das areias ficou em 73%; o silte variou de 29% na primeira amostra a 15% para a segunda. A argila também apresentou resultados diferenciados 35% e 11%.

Em lâmina, a amostra 57C é constituída por 89% de grãos de quartzo; 7% de quartzo policristalino, 4,7% de opacos, 1,4% de feldspato, 0,96% de goethita, 0,6% de muscovita, 0,35% de zircão, 0,26% de turmalina, além de fitólitos, sillimanita, caulinita, gibbsita, esmectita e traços de rutilo. A fração leve da amostra 57C é constituída por mais de 96% de quartzo além de feldspato e muscovita. Os minerais pesados encontrados foram: opacos, zircão, turmalina, sillimanita e traços de rutilo.

A análise petrográfica da amostra 57D apresentou os seguintes minerais constituintes: quartzo (90%), opacos (8,6%), feldspato (1,2%), goethita (0,85%), zircão (0,46%), turmalina (0,31%), fitólito (0,15%), calcedônia e rutilo (0,07%). A fração leve da amostra é constituída principalmente por quartzo e feldspato. Os minerais pesados encontrados foram: opacos, zircão, turmalina e rutilo.

A análise química de elementos maiores e menores das amostras 57C e 57D, resultou em uma menor proporção de SiO_2 para a primeira amostra em relação à amostra 57D e maiores proporções de Al_2O_3 e Fe_2O_3 para a amostra 57C. A informação completa encontra-se no Apêndice D.

A análise de difração de raios X também indicou constituição bem diferente entre as amostras 57C (Figura 23) e 57D (Figura 24). Enquanto a primeira evidencia presença significativa (mais de 25%) de illita e/ou muscovita na fração menor que $4\mu\text{m}$ a segunda mostra ser constituída essencialmente por caulinita, com quantidade subordinada de hematita, quartzo e goethita. Os difratogramas também indicam que a amostra 57C possui uma maior quantidade de quartzo na fração analisada, e que a proporção de hematita e goethita é similar.

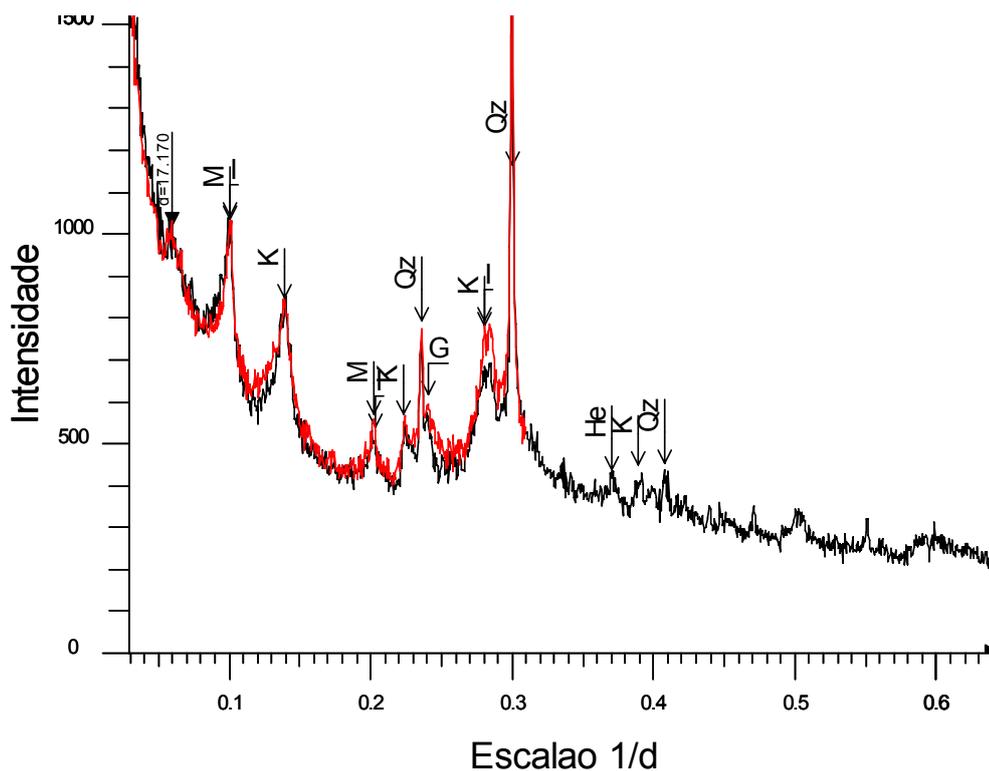


Figura 23 - Difratomogramas da Amostra **Ass57c (Ponto 57** – porção basal do afloramento) fração menor que $4\mu\text{m}$ mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), goethita (G), mica (M) e illita (I). Linha preta amostra normal e linha vermelha glicolada. A anomalia positiva marcada ($d=17,170$) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

Os resultados evidenciam que a amostra 57C, trata-se de material da Formação Adamantina, parcialmente alterado e com alguma contaminação de material aluvionar ou da cobertura. A amostra 57D também apresenta material da mesma formação, porém com retrabalhamento, alteração e contaminação maior com o material da cobertura cenozóica e com o aluvionar. Inclusive o contato entre os diferentes materiais que constituem o afloramento, excluindo o aluvionar, não é nítido, aparenta ser gradacional, por alteração supérgena associado a movimento de massa em direção à drenagem (rastejamento).

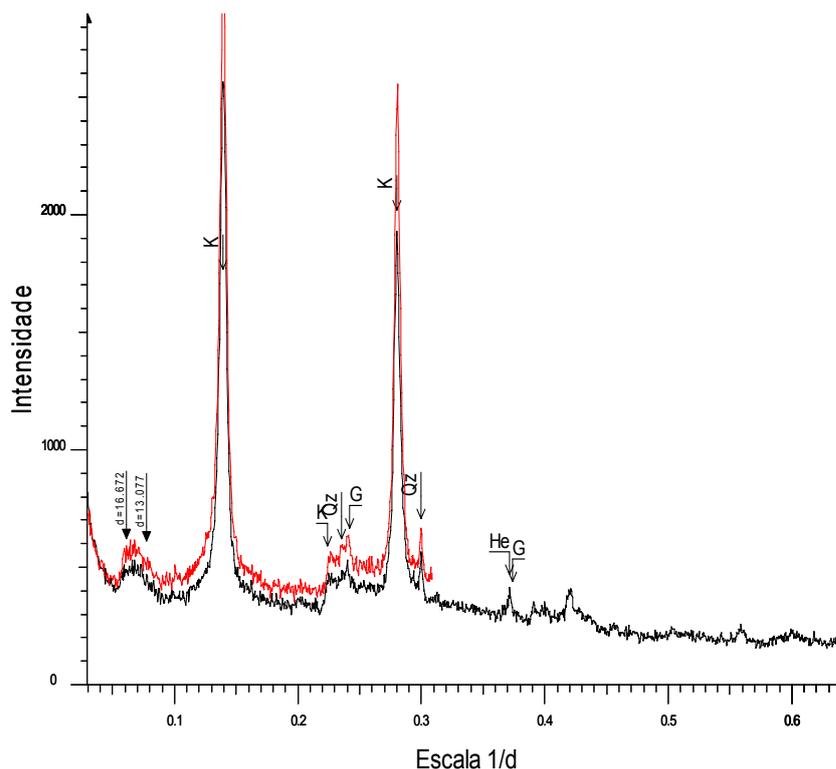
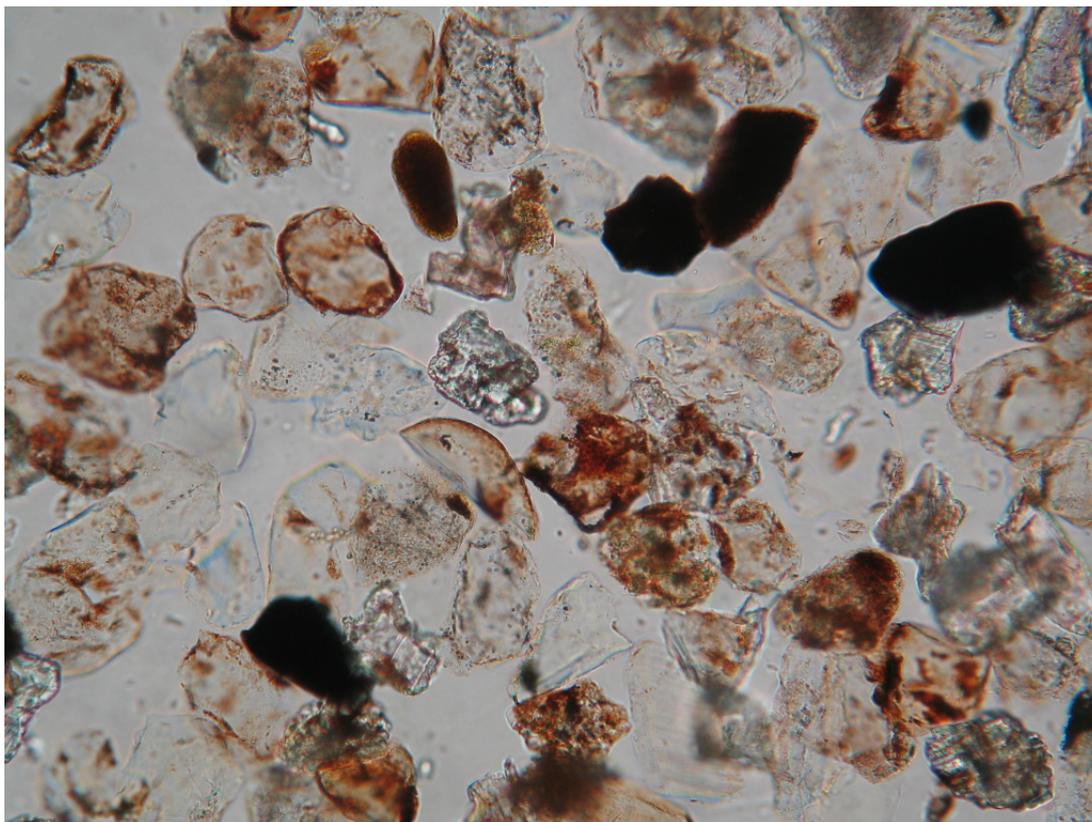


Figura 24 - Difratogramas da Amostra **Ass57d (Ponto 57** – porção de topo do afloramento) fração menor que 4 μ m mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e goethita (G). Linha preta amostra normal e linha vermelha glicolada. A anomalia positiva marcada (d=16,672 e 13,077) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

O Ponto 67, que no mapa geológico está assentado sobre cobertura cenozóica, como é um poço de 74 metros do qual foram retiradas amostras de 2 em 2 metros, a partir de 6 metros de profundidade, considera-se que sete amostras entre as profundidades de 56 e 70 metros são representativas da Formação Adamantina, no município.

Na análise granulométrica do Ponto 67 entre 56m e 58m ocorrem: 2% de areia grossa, 13% de areia média, 25% de areia fina, 27% de silte e 33% de argila. A análise petrográfica da fração silte grosso e areia muito fina, apresentou os seguintes minerais constituintes: quartzo (65%), carbonato (21%), feldspato (9,3%), opacos (1,3%), agregados de argila vermelha (0,98%), goethita (0,65%), granada, muscovita e leucocênio (0,33%) (Figura 25).



Fonte: Antenor Zanardo

Figura 25 – Material proveniente de poço localizado no campus da UNESP-Assis, análise microscópica entre 56-58m – Formação Adamantina. Lâmina com grande quantidade de quartzo, carbonato e feldspato (Ponto 67).

A análise química de elementos maiores da amostra 67 (56-58m) apresentou: 72% de SiO_2 , 6,52% de Al_2O_3 e 5,24% de CaO além de 3,96% de Fe_2O_3 . Foram realizados os mesmos ensaios para as profundidades (58-60m), (60-62m) e (64-66m) e os resultados foram semelhantes à profundidade 56-58m, ou seja, houve um decréscimo de SiO_2 , e aumento de Al_2O_3 , Fe_2O_3 e CaO . A análise completa está disponível no Apêndice D.

Entre 58-60m, a análise granulométrica apresentou: 5% de areia grossa, 9% de areia média, 21% de areia fina, 60% de silte e 5% de argila. A análise mineralógica da fração silte grosso e areia muito fina apresentou, em lâmina, 65% de quartzo, 17% de carbonato, 13% de feldspato, 2,6% de opacos, 0,9% de goethita, 0,31% de turmalina e 0,16% de zircão. O teor de CaO de 5,61% para esta amostra aponta quantidade de carbonato da ordem de 10% para a amostra total, valor similar ao das outras amostras.

Entre 60 e 62 metros, obteve-se: 3% de areia grossa, 8% de areia média, 19% de areia fina, 64% de silte e 6% de argila. Em lâmina, a amostra é constituída por 72% de quartzo, 15% de carbonato, 8,5% de feldspato, 2,2% de opacos, 0,42% goethita, rutilo, turmalina e leucoxênio (0,14%). A análise química também indicou composição similar a das outras amostras analisadas.

Entre 62-64m, a análise granulométrica apresentou: 1% de areia grossa, 8% de areia média, 13% de areia fina, 76% de silte e 2% de argila. A constituição mineralógica da amostra apresentou: 72% de quartzo, 19% de carbonato, 5% de feldspato, 1,2% de opacos, 0,75% de goethita, além de rutilo, zircão, turmalina, muscovita e biotita (0,13%).

Na profundidade de 64 a 66m, a análise granulométrica mostra um aumento da fração argila e diminuição da fração silte, em relação à profundidade anterior: areia grossa (2%), areia média (14%), areia fina (21%), silte (43%) e argila (20%). Em lâmina, a amostra apresentou a seguinte constituição: quartzo (79%), carbonato (10%), feldspato (8%), opacos (2%), goethita (0,5%), zircão (0,5%), biotita e muscovita (0,13%). Análise química indicou um teor menor de carbonato para este material mais pelítico.

Entre 66 e 68m a análise granulométrica indicou aumento significativo de argila e diminuição das areias em relação à profundidade anterior: areia grossa (1%), areia média (4%), areia fina (8%), silte (42%), argila (45%). Em lâmina, os minerais presentes na amostra foram: quartzo (72%), carbonato (16%), feldspato (8%), opacos (2%), goethita (0,8%), turmalina (0,6%), zircão (0,3%) e biotita/muscovita (0,16%).

Na última profundidade (68-70 m), representativa da Formação Adamantina, a análise granulométrica mostrou um equilíbrio entre a profundidade anterior na porcentagem de areias; aumento de silte e diminuição acentuada de argila: areia grossa (2%), areia média (5%), areia fina (10%), silte (60%), argila (22%). Minerais presentes em lâmina: quartzo (72%), carbonato (16,6%), feldspato (8%), opacos (1%), turmalina e biotita (0,5%), goethita e muscovita (0,4%) e zircão (0,3%).

Um fato bastante interessante ocorreu nestas sete amostras atribuídas à Formação Adamantina, em profundidades entre 56 e 70m. Em todas as amostras, nas frações silte grosso e areia muito fina, foi encontrada quantidade significativa de carbonato (calcita) em proporções que variavam de 9,9% a 21,4%. Nas profundidades entre 6 e 46m, a análise petrográfica apresentou carbonato em

algumas amostras em proporções que variavam de 0,2% a 0,28%. Estes valores baixos devem ser produtos de contaminação das amostras, uma vez que estas foram coletadas pelos perfuradores e expostas uma ao lado da outra para secarem ao ar livre.

Nos estudos petrográficos foram encontrados carbonatos, em pequenas quantidades, em outras amostras de litotipos atribuídos à Formação Adamantina (amostras 8, 57C), sendo que nestas, parte do carbonato pode ter sido dissolvido, uma vez que estão aflorando em regiões bem drenadas com água acidificada pela decomposição de matéria orgânica. Todavia, a consistência das rochas no afloramento sugere que o carbonato não deveria estar presente em quantidades superiores a 5%, ou seja, com teor bem mais baixo que o detectado na perfuração (Ponto 67).

Na cobertura, na fração silte fino e areia muito fina, foi observado carbonato em diminuta quantidade (teor menor que 0,15%) nos Pontos 16, 60 e 61A. No caso do Ponto 17, o carbonato pode resultar de calagem realizada no solo, uma vez que a amostra foi coletada a pequena profundidade, em material submetido à atividade agrícola. Outra possibilidade para o carbonato encontrado neste e nos outros pontos não pertencentes à Formação Adamantina é de ser proveniente de amígdalas de basalto e/ou da Formação Adamantina.

Do Ponto 67 foram realizadas análises químicas de elementos maiores e menores nas profundidades 56-58m; 58-60m; 60-62m; 64-66m, com os seguintes resultados (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Análise Química de Elementos Maiores – Ponto 67 – amostras atribuídas à Formação Adamantina.

Profundidade	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
56-58m	72,03	0,86	6,52	3,96	0,06	1,08	5,24	0,37	1,54	0,09	8,27
58-60m	63,91	1,09	9,55	5,95	0,12	2,14	5,61	0,39	2,46	0,14	8,64
60-62m	66,56	0,95	9,35	5,05	0,13	1,87	5,19	0,35	2,29	0,12	8,12
64-66m	69,52	1,12	9,32	4,30	0,04	1,88	3,86	0,39	2,01	0,11	7,45

Tabela 2 - Análise Química de Elementos Menores – Ponto 67 – amostras atribuídas à Formação Adamantina.

Profundidade	Cr*	Cu	Ni	Zn	Ba	Rb	Sr	La	Ce	Zr	Y	Nb
56-58m	144	36	28	43	456	62	177	32	68	192	20	14
58- 60m	134	53	39	67	650	88	180	53	69	194	27	18
60- 62m	130	57	34	59	603	79	162	52	65	181	22	14
64-66m	257	56	38	58	567	72	167	46	63	190	22	17

(*ppm)

A análise granulométrica das sete amostras entre as profundidades 56 e 70m, mostrou que em média tem-se: 2% de areia grossa, 9% de areia média, 16% de areia fina, 53% de silte e 19% de argila, ou seja, tem-se material arenoso com intercalações silto-argilosas ricas em carbonatos, que somente apareceram nas análises químicas e petrográficas e não foram observadas nas atividades de campo, pelo menos com os teores detectados nas amostras provenientes da perfuração.

Das várias amostras do poço referente à formação Adamantina duas foram selecionadas, uma referente à profundidade entre 56 e 58 metros (Figura 25) e outra entre 64 e 66 metros (Figura 26). Nos dois casos foi analisada a fração menor que 4 μ m e os resultados foram similares quanto à mineralogia e às quantidades, excetuando a presença de um pico correspondente a espaçamento de 4,722 Å (d=4,722 Å), que ainda não foi determinado, porém aparenta ser um hidróxido de alumínio, a exemplo da gibbsita, uma vez que o pico desaparece quando o material é submetido à temperatura da ordem de 300°C por quatro horas e, não aparece no difratograma da amostra (64-66), onde ocorre o mesmo tipo de argilomineral expansivo do grupo da esmectita. As frações analisadas são constituídas basicamente por: mineral do grupo da esmectita/montmorillonita, caulinita, quartzo, hematita, goethita e pequena quantidade de Illita/muscovita.

A presença do argilomineral expansivo foi mostrada pelos difratogramas do material glicolado (Figuras 26 e 27), onde ocorre o deslocamento para a esquerda, de quase 2 Å do pico, bem marcado pela intensidade e boa cristalinidade (pico bem agudo e fechado), posicionado no início do difratograma da amostra. Esse pico desaparece com as queimas, resultando no aumento do pico para 10 Å, correspondente ao plano basal da illita e das micas. Cabe ressaltar que esse mineral não pertence à amostra, trata-se de contaminação, uma vez que a amostra foi obtida de furo de sonda de percussão, que fez uso de lama bentonítica.

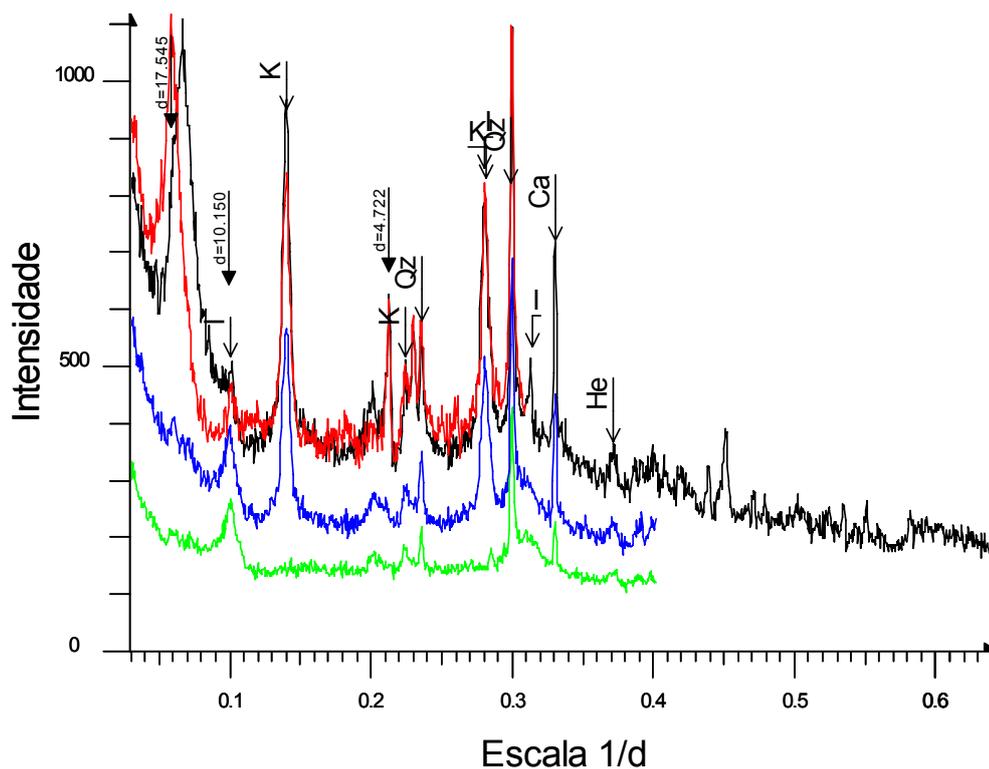


Figura 26 - Difratogramas da Amostra **Ass56-58m (Ponto 67** – poço do campus da UNESP) da profundidade entre 56 e 58 metros correspondente ao Grupo Bauru. Fração menor que 4 μ m mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), calcita (Ca), hematita (He) e um provável hidróxido de alumínio (pico $d=4,722$) não determinado. Não foi marcado o pico bem definido (de forte intensidade) de mineral do grupo da montmorillonita que sofreu deslocamento, de quase 2 Å para a esquerda, em função da glicolagem gerando o pico ($d=17,545$). Esse pico desaparece com as queimas resultando no aumento do pico para 10 Å, correspondente ao plano basal a illita e micas. Espectro preto amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. Obs.: O argilomineral expansivo detectado, do grupo da montmorillonita ou esmectita, é produto de contaminação, uma vez que a amostra foi obtida de furo de sonda de percussão, que fez uso de lama bentonítica.

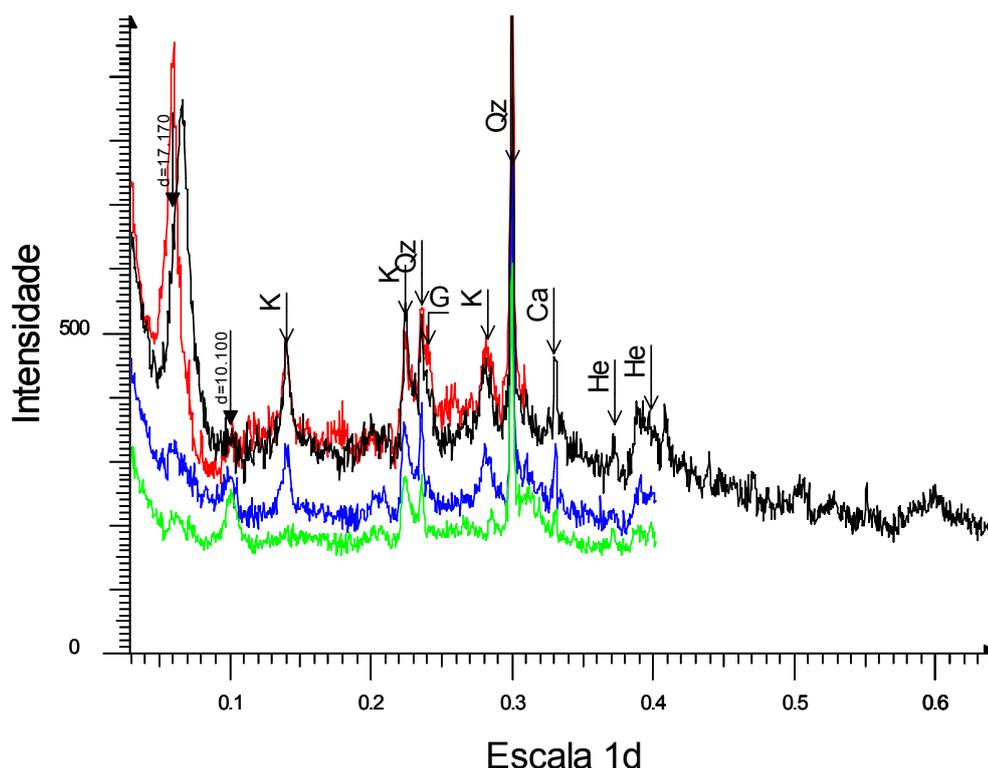


Figura 27 - Difratogramas da Amostra **Ass64-66m (Ponto 67** – poço do campus da UNESP/ Assis) da profundidade entre 64 e 66 metros correspondente ao Grupo Bauru. Fração menor que $4\mu\text{m}$ mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), calcita (Ca), goethita (G) e hematita (He). Não foi marcado o pico bem definido (de forte intensidade) de mineral do grupo da montmorillonita que sofreu deslocamento, de quase 2 \AA para a esquerda, em função da glicolagem gerando o pico ($d=17,170$). Esse pico desaparece com as queimas resultando no aumentando o pico de 10 \AA , correspondente ao plano basal a illita e micas. Espectro preto amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. Obs.: O argilomineral expansivo detectado, do grupo da montmorillonita ou esmectita, é produto de contaminação, uma vez que a amostra foi obtida de furo de sonda de percussão, que fez uso de lama bentonítica.

Fernandes (1998, p. 114) descreve a existência de vários tipos e fases de cimentação carbonática na Bacia Bauru, às vezes superimpostas. A alta mobilidade, dos íons cálcio e carbonato, propiciou a reprecipitação, sobretudo nas litofácies originalmente mais permeáveis e menos intensamente cimentadas.

A Unidade Vale do Rio do Peixe, apresenta maior frequência de intercalações lamíticas (cujas retenção se supõe associada à subidas do nível freático) e de depósitos de enxurradas. A chegada intermitente de fluxos aquosos provocaria a subida temporária do nível freático, com remobilização e precipitação de carbonatos.

A intensidade e a frequência da cimentação decrescem das bordas para o interior da Bacia Bauru. Esta distribuição foi controlada por fatores tais como:

- proximidades das fontes externas de carbonatos;
- maior permeabilidade original do sedimento (fator determinante na acumulação de carbonatos nas unidades mais interiores da bacia);
- maior disponibilidade de água, provavelmente de chuvas torrenciais, que promoveram elevações temporárias do nível freático.

Ainda segundo Fernandes (1998, p. 117),

é provável que as principais fontes externas de carbonatos da Bacia Bauru tenham sido os calcários do Grupo Bambuí [...], as unidades carbonáticas paleozóicas da Bacia do Paraná (Subgrupo Irati, Formação Rio do Rasto) e calcários pré-cambrianos dos Grupos São Roque e Açungui, para a borda leste; e a Formação Terezina, na borda noroeste.

Durante a deposição das unidades basais da seqüência sedimentar neocretácea, possivelmente houve contribuição de carbonatos dissolvidos de fraturas e cavidades da rocha basáltica exposta.

Talvez, para a região de Assis, o enriquecimento em carbonato esteja ligado à proximidade com as rochas basálticas que a Formação Adamantina apresenta.

Para Paula e Silva (2003), as características petrográficas e estratigráficas desta unidade sugerem ambiente fluvial progradante com canais meandranes e ambiente lacustre, aspecto coerente com o observado.

Sallun (2003) e Sallun e Suguio (2006), após utilizarem o teste de Sahu (1964 apud SALLUN, 2003) para a área entre Marília e Presidente Prudente, consideraram que a Formação Adamantina localiza-se muito próxima da faixa dos depósitos de ambiente fluvial.

5.4 Formação Marília

A Formação Marília (SOARES et al., 1980) apenas foi reconhecida fora do município de Assis, nas proximidades de Echaporã (SP 333, Rodovia Rachid Rayes), onde ela é responsável pela sustentação do relevo mais pronunciado da região, na forma de uma pequena cuesta. Esta unidade é formada por uma superposição de pacotes tabulares, de espessura decimétrica a métrica, constituídos por arenitos finos a médios, localmente grossos com raras intercalações de arenitos muito finos ou siltosos, de cor creme claro, com ou sem matriz argilosa e/ou cimento carbonático, arenito conglomerático com seixos e/ou nódulos carbonáticos e mesmo bancos de calcários arenosos ou calco-arenitos. Exibem estruturas plano-paralela e maciça; aspecto brechóide, bioturbações (icnofósseis) e feições de dissolução.

Os contatos entre os bancos são bruscos, aparentemente, marcados por erosão e/ou pedogênese, sendo freqüentes estruturas de bioturbação em vários bancos. Estas rochas alteradas exibem cores creme, amarelada a alaranjada. A unidade evidencia ter sido depositada em ambiente de leque aluvial, em condições de clima quente e seco (SUGUIO et al., 1977; SOARES et al., 1980; FERNANDES, 1998).

Foram realizadas quatro seções delgadas de amostras de arenitos atribuíveis à Formação Marília, retiradas de afloramentos próximos à cidade de Echaporã.

- Amostra 1-AR-BX - Calco-arenito: rocha isótropa maculada, com manchas arredondadas a angulosas, de cor cinza a marrom claro, em material creme com pontuações submilimétricas de cor marrom. Textura arenosa, tratando-se de arenito com cimento calcítico rico em "concreções" carbonáticas. Em lâmina, a rocha é constituída principalmente por carbonato ($\pm 55\%$), quartzo ($\pm 30\%$), feldspato ($\pm 10\%$) e opacos. A granulometria é bem variada não aparecendo argila e o retrabalhamento é muito heterogêneo, muito ou pouco trabalhado. Alguns clastos possuem películas de hidróxidos evidenciando laterização da área fonte ou processo de eflorescência (verniz do deserto) e a maioria é límpido. Também ocorrem opacos na forma de filetes e material pulverulento, que evidência a origem sin-diagenética, logo após a deposição e possivelmente

também recente, oriundo de alteração supérgena (pedogênese). O material opaco mais recente aparenta ser de Mn e Fe (pirolusita, hematita, goethita, limonita).

Os clastos de minerais máficos estão argilizados ou são constituídos por clorita e serpentina (alteração na área fonte).

- Amostra 2-AR-TB - Arenito arcossiano argiloso: rocha isótropa de cor rosa a creme com difusas manchas milimétricas a centimétricas de tonalidade mais clara. No fundo claro, aparecem pontuações esféricas a alongadas de cor marrom a cinza escuro, que aparentam corresponder a minerais com películas de hidróxidos/óxidos de Fe, clastos de laterita e mesmo minerais opacos. Os clastos exibem gradação de areia muito fina a areia média e estão envoltos nos materiais muito finos. Esta rocha é constituída predominantemente por $\pm 70\%$ de quartzo, $\pm 10\%$ de feldspato, $\pm 10\%$ de argilominerais, e $\pm 2\%$ de óxidos e hidróxidos (cimento).
- Amostra 3-AR-A - Calco-arenito ou Calcário impuro: rocha de estrutura conglomerática com seixos milimétricos, normalmente menores que 5mm, arredondados a angulosos de material sedimentar rico em carbonato, normalmente com clastos suportados, sendo alguns seixos de material argiloso com pouco ou sem carbonato. O contato entre os seixos maiores, com cimento carbonático e matriz é muito difuso. Composição carbonato ($\pm 55\%$), quartzo ($\pm 30\%$), feldspato ($\pm 5\%$), filossilicatos finos ($\pm 10\%$), minerais opacos ($\pm 4\%$).
- Amostra 4-Ar Topo - Arenito fino com matriz argilosa: rocha de estrutura isótropa de cor creme claro com pontuações esparsas de cor marrom, cinza-claro e cinza-escuro de diâmetro submilimétricos em fundo creme claro. Grãos de areia muito fina envoltos por massa quase branca de argilominerais. Os grãos de suporte da matriz são intersticiais e os grãos, de cores mais escuras dispersos, referem-se a grãos ou seixos cobertos por película de hidróxidos ou seixos ricos em hidróxidos. Rocha constituída por quartzo, feldspatos, argilominerais, carbonatos, minerais opacos.

A informação completa sobre as análises petrográficas se encontra no Apêndice C.

No planalto de Echaporã, sobre solo de alteração de rochas da Formação Marília, aparece um nível de cascalho de espessura decimétrica, com seixos bem arredondados de tamanhos variados, porém menores que 5cm, mostrando tratar-se de restos de paleo-aluvião.

Com a pedogênese sobre este material ocorre a dissolução do cimento carbonático e a destruição, quase total da estrutura acamada, gerando material arenoso, friável, relativamente bem homogêneo, com aspecto mesoscópico similar ao presente no material que constitui a cobertura cenozóica.

5.5 Coberturas Cenozóicas

Cobrindo em discordância erosiva as unidades estratigráficas presentes (Formação Serra Geral e Formação Adamantina) em cotas que variam de 460m a 580m, ocupando a maior parte da superfície do município de Assis, encontra-se um sedimento arenoso, pouco consolidado, homogêneo com ou sem estrutura de bioturbação de coloração variando de vermelho intenso a vermelho alaranjado e amarelo pálido. Esse material atinge espessuras superior a 40m, como constatado na perfuração (poço) localizada no Campus da UNESP (Ponto 67).

Essa unidade, denominada Aloformação Paranavaí, pertencente ao Alogrupo Alto Rio Paraná (SALLUN, 2007; SALLUN; SUGUIO; AZEVEDO SOBRINHO, 2007), é constituída essencialmente por grãos de quartzo hialino e por películas de óxidos/hidróxidos de ferro e/ou ferro argilâns, e pequena proporção de argilominerais intersticiais intercrescidos com óxidos/hidróxidos de ferro.

A maturidade mineralógica associada à coloração, à estrutura e à textura levou vários pesquisadores a interpretarem esse material como latossolo desenvolvido a partir das unidades sotopostas, ou seja, formações Serra Geral e Adamantina e/ou Marília.

Estes sedimentos contêm com freqüência, especialmente nas porções superiores dos afloramentos (profundidades inferiores a 2m), fragmentos centimétricos a submilimétricos de carvão vegetal distribuídos aleatoriamente, chegando a formar concentrações difusas e trilhas, com mostras evidentes de

deposição contemporânea ao sedimento que os envolve (Figura 28). Este aspecto foi notado com maior constância em afloramentos ao norte do município de Assis (Pontos 19 e 20) e a sudoeste (Ponto 9).



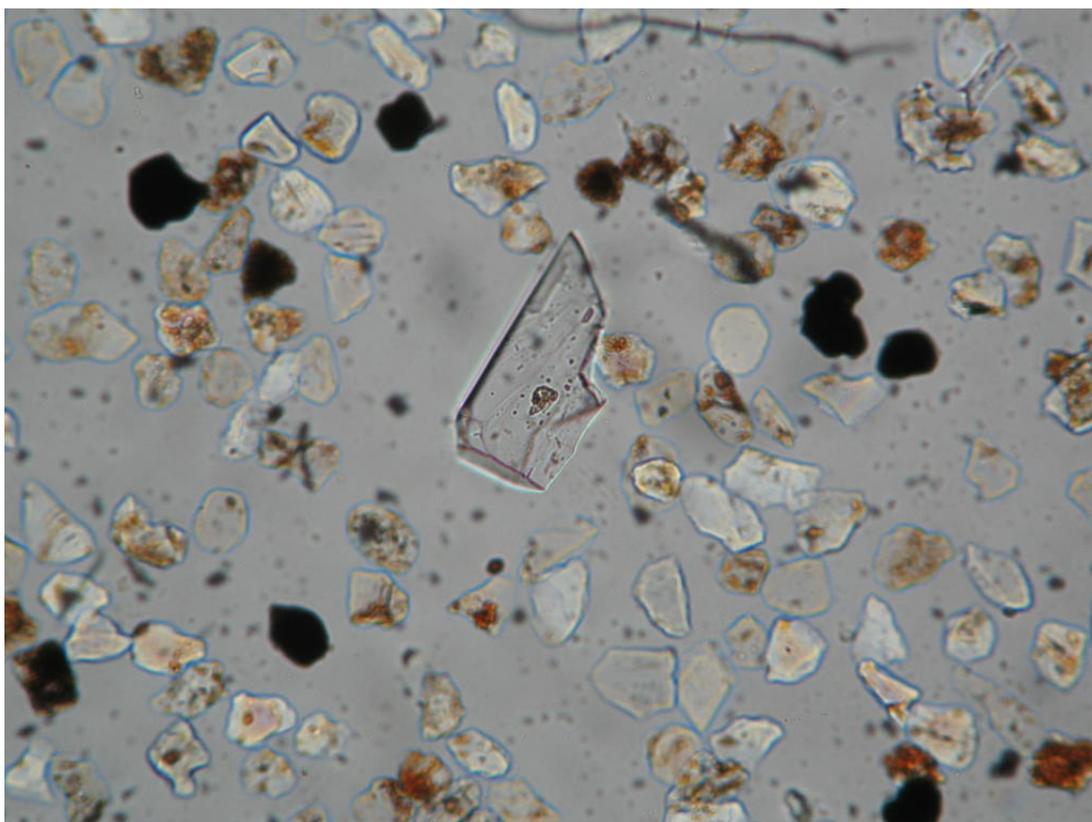
Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 28 - Aloformação Paranaíba – unidade 2, coloração vermelho alaranjado a amarelo pálido, apresentando fragmentos de carvão vegetal e pouca quantidade de óxidos de ferro (Ponto 20).

Durante o desenvolvimento do projeto, entre as diversas atividades de campo, resultaram na demarcação de 80 pontos, praticamente todos, dentro da área do município de Assis.

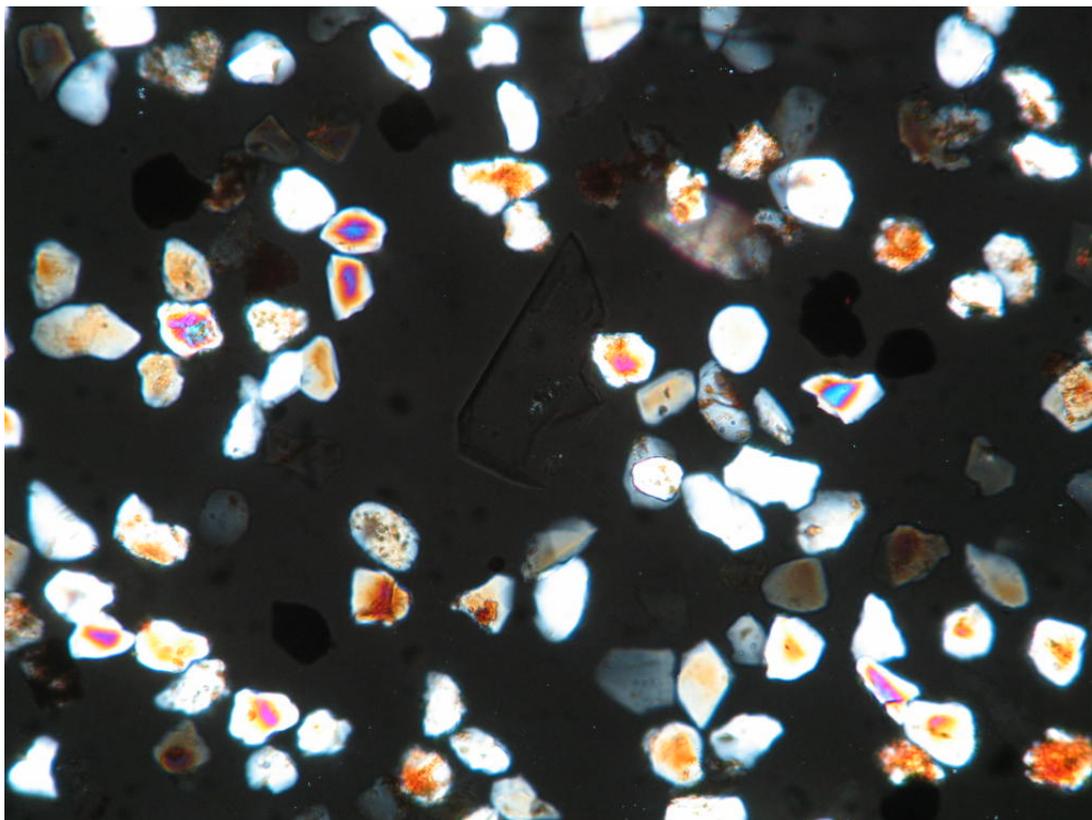
Do total de 80 afloramentos visitados, 39 são constituídos apenas por materiais atribuídos às coberturas cenozóicas. Visando detectar variações laterais e verticais, foram selecionadas 36 amostras para estudos de laboratório, espalhadas pela área, constituindo três perfis verticais (Pontos 9, 15 e 67). As análises granulométricas (Apêndice B) forneceram os seguintes resultados:

- a) As coberturas cenozóicas encontradas ao norte da cidade de Assis possuem distribuição média de areias acima de 75%, com equilíbrio entre areia média e areia fina (35%), 15% de silte e 10% de argila. Podemos exemplificar estes dados a partir dos resultados das análises granulométricas, petrográficas e químicas das amostras 1 e 20 descritas a seguir:
- A análise granulométrica da amostra 1 (Apêndice B) apresentou 2% de areia grossa, 29% de areia média, 45% de areia fina e 24% de silte. A fração silte grosso mostrou ser constituída por: quartzo ($\pm 89\%$), opacos ($\pm 6,5\%$), caulim ($\pm 1,6\%$), turmalina ($\pm 1\%$), zircão ($\pm 0,34\%$) e rutilo e estauroлита ($\pm 0,17\%$). Observou-se que a maioria dos grãos de quartzo apresenta películas ou crostas de hidróxido de ferro, mas, boa parte dos grãos está límpida, e é majoritariamente subangulosa (Figuras 29 e 30).



Fonte: Antenor Zanardo

Figura 29 - Lâmina da amostra 1, fitólito no centro, quartzos majoritariamente com cristais de hidróxido de Fe, subangulosos a subarredondados.



Fonte: Antenor Zanardo

Figura 30 - Lâmina da amostra 1 (nicos cruzados) – Ponto 1

- A fração leve é constituída essencialmente por grãos de quartzo ($\pm 89,0\%$), os quais apresentam películas ou crosta de óxido/hidróxido de ferro, mas, boa parte dos grãos está límpida além da presença de caulim. Os minerais pesados encontrados são: opacos, turmalina, zircão, rutilo e estaurolita.
- A análise química de elementos maiores da amostra 1 (Apêndice D) apresentou o seguinte resultado: 87,60% de SiO_2 ; 5,32% de Al_2O_3 ; 3,29% de Fe_2O_3 ; 2,53% de LOI e 1,04% de TiO_2 .
- A difração de raios X da fração passante na peneira 325mesh mostrou ser constituída por quartzo e caulinita em proporção equivalente, seguida por hematita e goethita. Não foi detectada a presença de gibbsita (Figura 31).

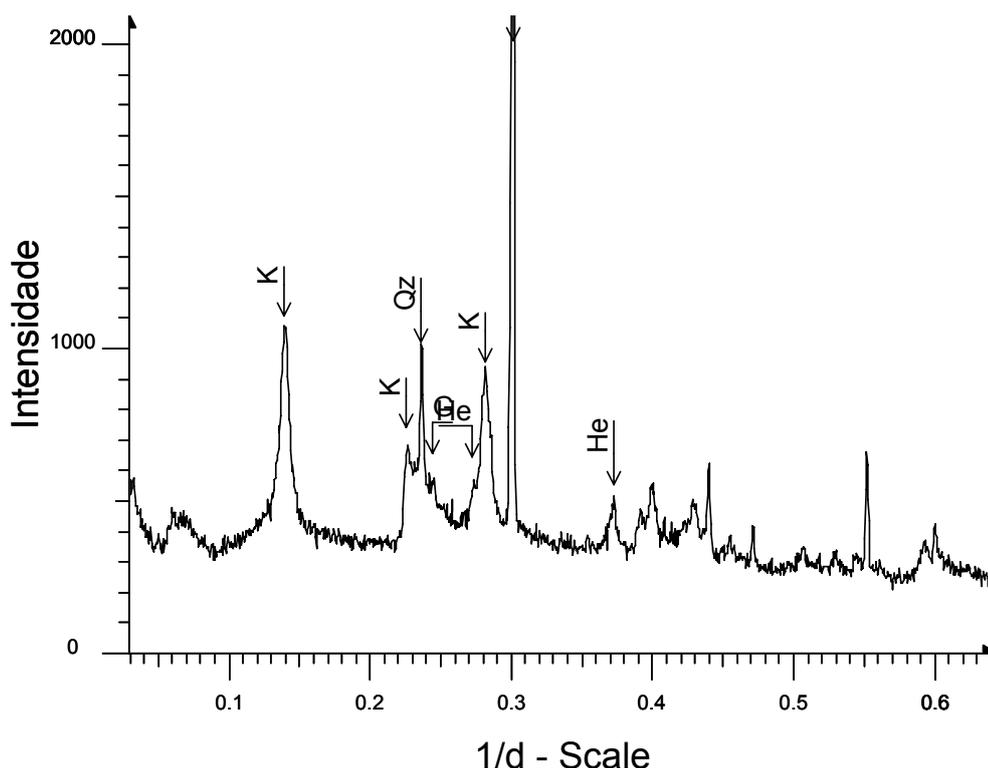
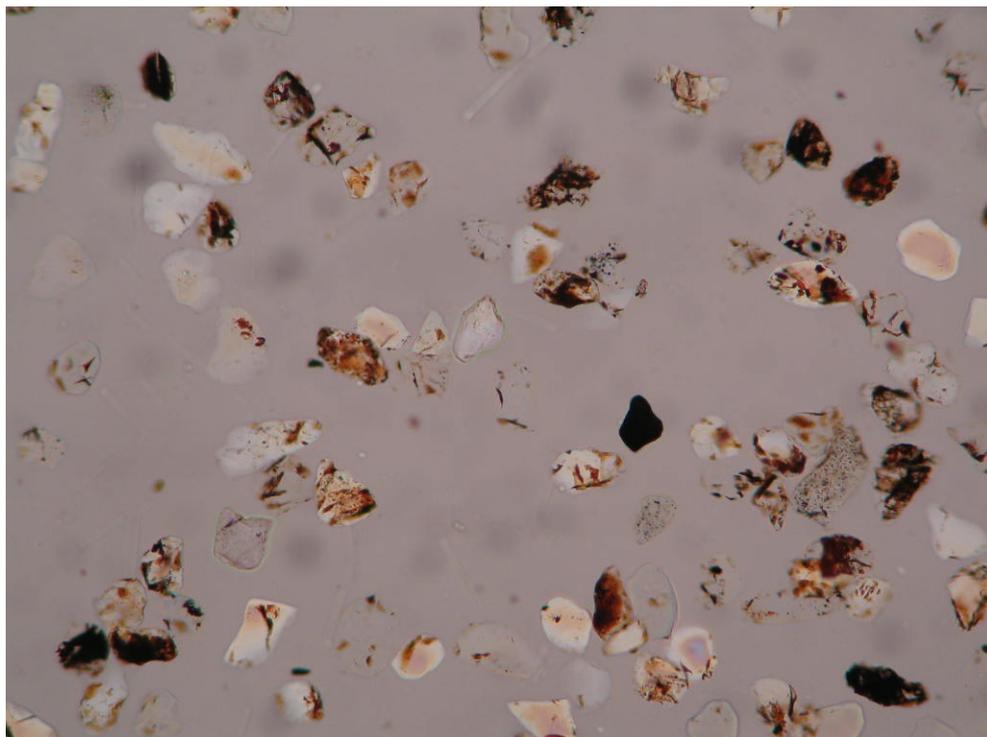


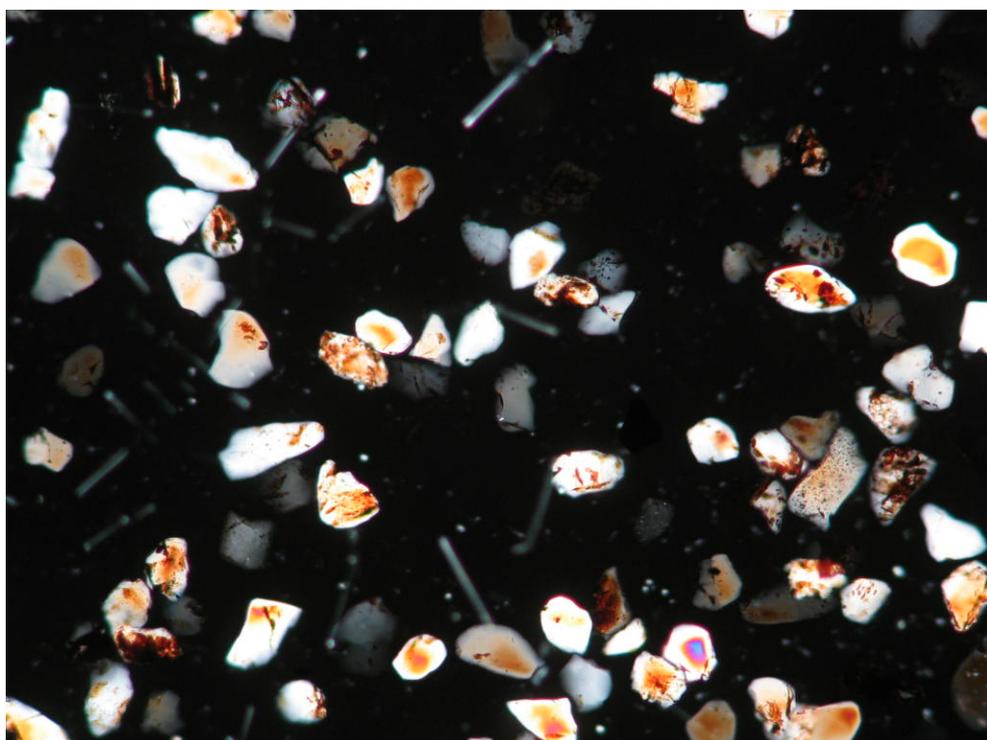
Figura 31 - Difratograma da amostra **Ass1 (Ponto 1)** fração menor que $4\mu\text{m}$ de material arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e goethita (G). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

- A amostra do Ponto 20 apresentou as seguintes porcentagens: 3% de areia grossa, 43% de areia média, 27% de areia fina, 28% de silte e <1% de argila. A fração silte grosso mostrou ser composta por: $\pm 81\%$ de quartzo, $\pm 6,8\%$ de opacos, $\pm 5,3\%$ de caulim, $\pm 2,5\%$ de goethita, $\pm 2,1\%$ hematita, $\pm 1\%$ feldspato e $\pm 0,2\%$ de turmalina, zircão, rutilo, granada e fitólito. O quartzo é majoritariamente anguloso, e alguns subarredondados. A maioria dos grãos apresenta películas de hidróxido de ferro, em outra parte considerável de grãos, estes apresentam-se límpidos (Figuras 32 e 33).



Fonte: Antenor Zanardo

Figura 32 - Lâmina da amostra 20 – Aloformação Paranaíba, unidade 2. Grão de feldspato no canto sudoeste, poucos minerais opacos, a maioria dos grãos de quartzo é subangulosa, com crostas de hidróxido de Fe, há alguns agregados de caulim e goethita.



Fonte: Antenor Zanardo

Figura 33 - Lâmina da amostra 20 (nicóis cruzados) – Aloformação Paranaíba, unidade 2. Idem à figura anterior, com zircão no centro.

- A análise química do Ponto 20, quanto aos elementos maiores, apresentou resultados semelhantes à da amostra 1 (Apêndice D). A difração de raios X, na fração menor que $44\mu\text{m}$, evidencia a pequena quantidade de argila nesse ponto, uma vez que o pico correspondente ao espaçamento de $7,1\text{\AA}$ da caulinita, o único argilomineral detectado praticamente não se destaca do *background*. O difratograma evidencia que a fração é constituída basicamente por quartzo com pequena quantidade de hematita, além da caulinita (Figura 34).

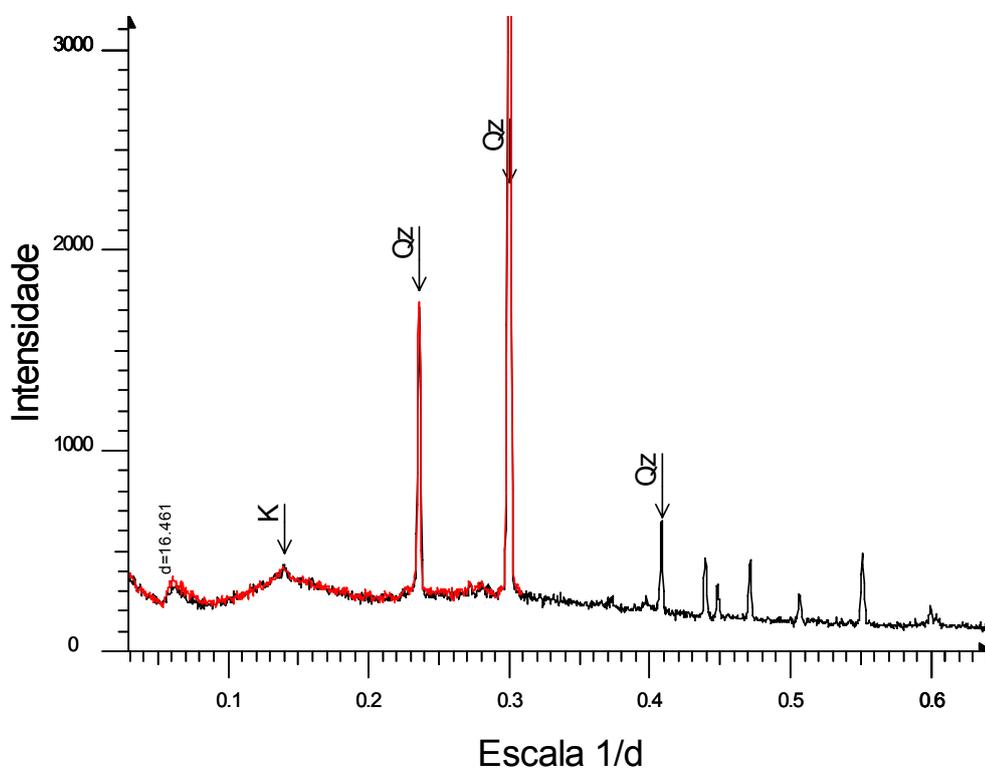
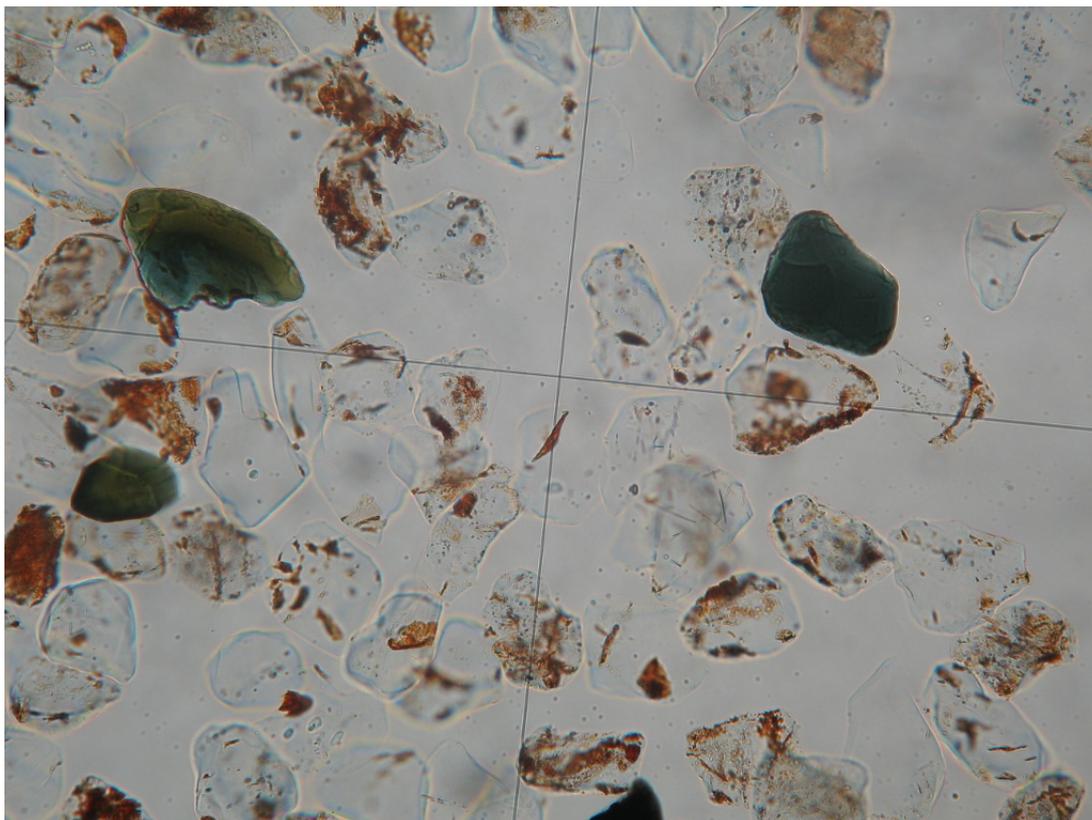


Figura 34 - Difratograma da amostra **Ass20 (Ponto 20)** fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325mesh) de material arenoso de cor vermelha, mostrando a presença de pequena quantidade de caulinita (K), quartzo (Qz). Não foi marcado o pequeno pico correspondente à hematita. A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

- b) As coberturas cenozóicas encontradas próximas à área urbana de Assis (Ponto 15); mais a oeste, sentido Maracaí (Ponto 17) e mais ao sul, próximo à divisa com o município de Tarumã (Ponto 9), permitiram os seguintes resultados:

- Em 14 amostras a análise granulométrica apresentou em média 70% de areias, 19% de silte e 11% de argila. A análise mineralógica, em associação com observações de campo, possibilitou interpretar que a amostra 17 no campo, atribuída como amostra da Formação Adamantina, na realidade corresponde a material coluvionar resultante da alteração de basalto, com contribuição minoritária de sedimentos atribuíveis a cobertura cenozóica e/ou da Formação Adamantina.
- O resultado da análise granulométrica de 13 amostras de material atribuído às coberturas cenozóicas coletadas nos Pontos 9 (9, 9A, 9B, 9C, 9D, 9E e 9F) e 15 (15, 15A, 15B, 15C, 15D e 15E), localizados, respectivamente, no limite nordeste da área urbana de Assis e a sudoeste, quase na divisa com o município de Tarumã. Estas análises apresentaram, em média, <1% de areia grossa; 21% de areia média; 50% de areia fina; 19% de silte e 10% de argila. Os resultados granulométricos das amostras 9 e 15 foram desconsiderados pelo fato do material passante na peneira 325mesh, não ter sido tratado com defloculante, fato que gerou erro na determinação dos teores de silte fino e argila, em função de floculação, elevando o teor de silte.
- A fração silte grosso das amostras 9, 9 A, 9B, 9C, 9D, 9E apresentaram, em lâmina, composição mineralógica constituída por: quartzo (76% a 92%); opacos (5% a 22%); goethita (0,4% a 3%); zircão (0,32% a 3,7%); turmalina (0,17% a 0,49%); rutilo (0,13% a 0,43%); e traços de estauroлита, anatásio, piroxênio e fitólito. Os grãos de quartzo são subangulares a subarredondados (Figura 35).



Fonte: Antenor Zanardo

Figura 35 - Lâmina da amostra 9A - Aloformação Paranaíba, unidade 1. Quartzos subangulares a subarredondados, presença de turmalina, anédrica a subhedral, angular a arredondada.

As frações silte grosso, das amostras 15A, 15B, 15C, 15D e 15E, são constituídas por: quartzo (93% a 94,5%); opacos (4,8% a 6,0%); além de zircão, turmalina, goethita, rutilo e estauroлита (traços). Os grãos de quartzo apresentam esfericidade e arredondamento variados, de perfeitamente esféricos a bem angulosos.

Os resultados litoquímicos efetuados nas amostras do Ponto 9 e 15 podem ser visualizados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Resultado da Análise Química – elementos maiores (Pontos 9 e 15)

Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
9a	82,03	1,51	8,47	4,53	0,03	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	3,27
9b	81,59	1,54	8,63	4,77	0,03	0,02	0,03	0,06	0,02	0,02	3,30
9c	81,71	1,50	8,59	4,76	0,03	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	3,24
9d	81,97	1,52	8,29	4,66	0,03	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	3,40
9e	83,50	1,46	7,10	4,42	0,02	0,03	0,03	0,07	0,02	0,02	3,35
9f	83,40	1,36	7,33	4,25	0,02	0,02	0,03	0,06	0,02	0,02	3,49
15a	84,18	1,47	7,11	4,15	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	2,91
15b	83,98	1,41	7,57	3,99	0,02	0,01	0,03	0,07	0,03	0,02	2,89
15c	83,78	1,38	7,52	4,03	0,03	0,02	0,03	0,12	0,03	0,02	3,05
15d	85,18	1,29	6,55	3,83	0,02	0,02	0,04	0,06	0,03	0,02	2,97
15e	83,20	1,57	7,59	4,08	0,03	0,02	0,03	0,07	0,03	0,02	3,37

Tabela 4 - Resultado da Análise Química – elementos menores (Pontos 9 e 15)

Amostra	Cr*	Cu	Ni	Zn	Ba	Rb	Sr	La	Ce	Zr	Y	Nb
9a	132	25	13	22	50	10	9	17	45	357	13	17
9b	149	29	14	27	58	9	11	24	44	374	14	17
9c	142	27	13	24	62	9	13	8	45	378	11	16
9d	146	29	15	24	56	10	12	7	41	372	10	18
9e	140	27	15	25	52	10	7	1	40	349	8	15
9f	177	25	15	21	49	10	7	18	43	347	9	15
15a	180	27	15	20	97	11	7	11	54	386	12	17
15b	168	28	16	20	71	10	7	13	61	380	11	16
15c	181	25	16	21	94	9	8	17	47	390	10	17
15d	192	23	12	18	87	9	3	19	52	357	10	15
15e	176	24	17	21	80	9	1	17	53	294	9	15

(*ppm)

Nos Pontos 9 e 15 foram retiradas amostras a cada 2 metros a partir da base dos afloramentos. A análise granulométrica confirma que não existem diferenças significativas da base para o topo, o mesmo ocorrendo com a mineralogia e as análises químicas.

Tentando buscar diferenças mineralógicas, foram realizadas difrações de raios X na fração menor que 44µm da composição média dos afloramentos dos Pontos 9 e 15, obtendo-se resultados similares (ver Apêndice E). Pelo fato desses

afloramentos apresentarem cortes de espessura quase decamétrica foram analisadas também as frações menores que $4\mu\text{m}$. De todas as amostras coletadas nesse afloramento (Figuras 36 e 37), algumas foram submetidas a glicolagem e queimadas a 300°C e 550°C por quatro horas, visando a uma melhor definição da mineralogia. Os difratogramas mostraram composições similares, ou seja, constituídas por caulinita, quartzo, hematita e porcentagem menores de goethita. No difratograma da amostra 9F, correspondente ao topo do perfil, além desses minerais, constatou-se pico nítido de gibbsita (a intensidade sugere a presença de cerca de 10% dessa fase mineral na fração) (Ver Apêndice E). Nos difratogramas referentes às amostras 9D e 9E, também notou-se pequena quantidade de gibbsita, e na amostra 9A percebeu-se um pequeno pico do mesmo mineral detectado na amostra do poço (56-58metros) (Figura 26), ainda não determinado. A gibbsita também foi detectada, porém em quantidade bem menor na amostra 15E, correspondente ao topo do perfil e em menor quantidade nas outras amostras deste perfil.

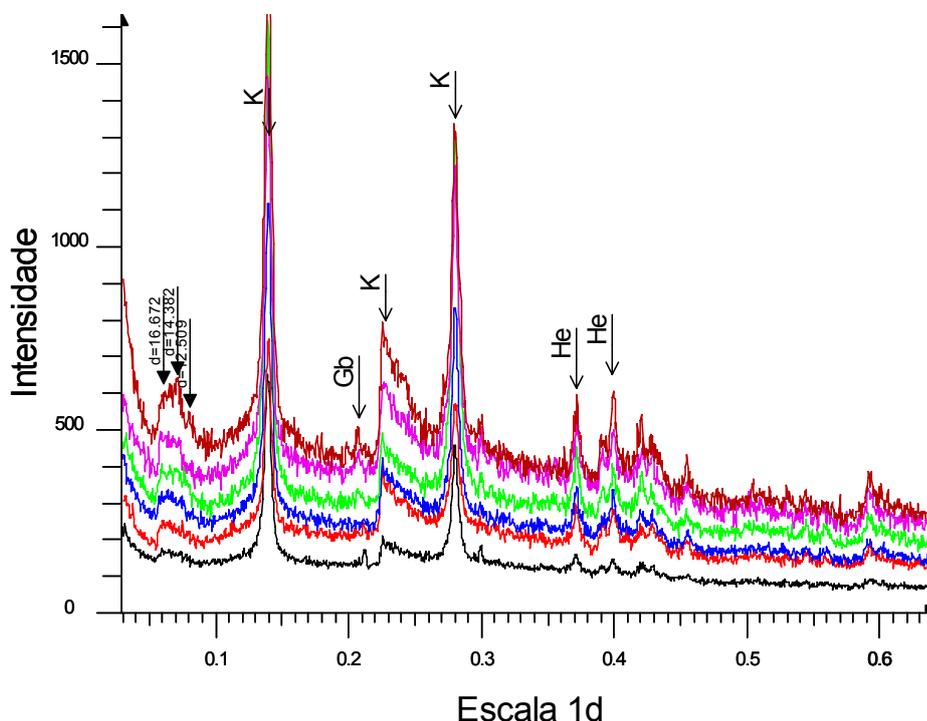


Figura 36 - Difratogramas das amostras **Ass9 A (preto)**, **B (vermelho)**, **C (azul)**, **D (verde)**, **E (lilás)** e **F (marrom)** (Ponto 9, amostras representativas de perfil do corte de estrada que constitui o Ponto 9) frações menores que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e Gibbsita (Gb). As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 $1/d$ tratam-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

Também foram realizadas difrações de raios X nas amostras 5 e 9 (fração inferior a $44\mu\text{m}$) e 54B (fração menor que $4\mu\text{m}$). Os dois primeiros difratogramas demonstraram a pequena quantidade de argilominerais representada essencialmente pela caulinita, que na amostra 5 aparenta ter cristalinidade menor (ver Apêndice E). Nos dois difratogramas, além dos picos relativos ao quartzo e à caulinita observou-se picos correspondentes a pequena quantidade de hematita. O difratograma correspondente à amostra 54B revelou que a fração analisada é composta essencialmente por caulinita com boa cristalinidade (1Md) e picos de baixa intensidade correspondentes a gibbsita, quartzo, hematita e goethita.

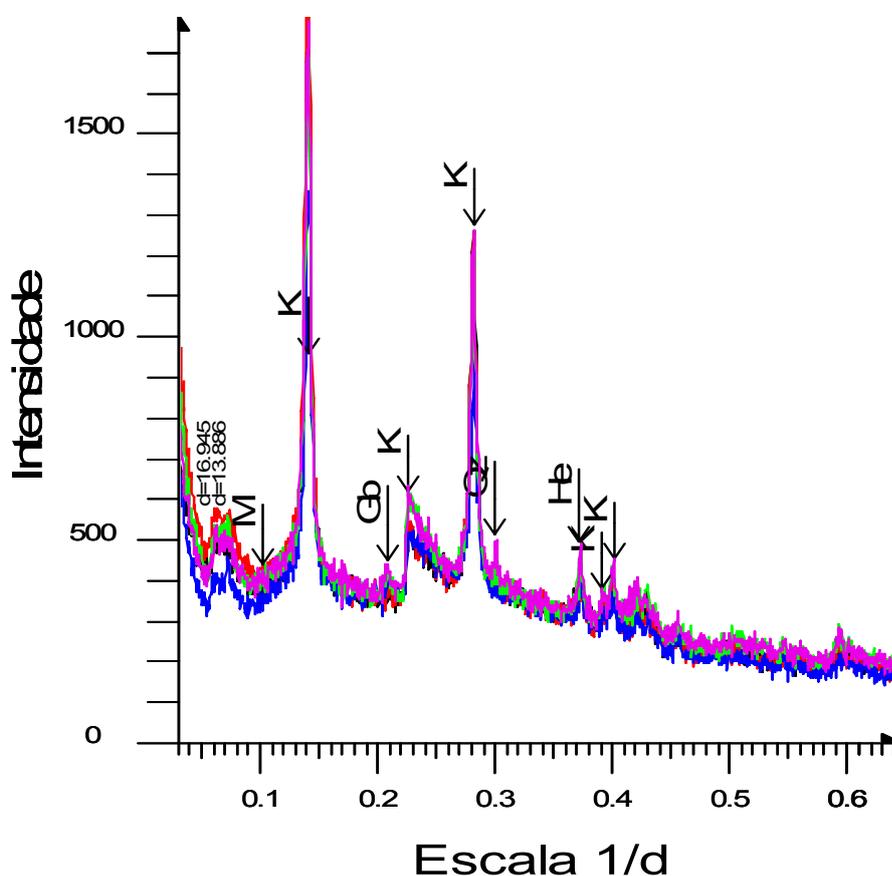


Figura 37 - Difratogramas das amostras **Ass15 A (preto)**, **B (vermelho)**, **C (azul)**, **D (verde)** e **E (lilás)** (Ponto 15, amostras representativas de perfil do corte de estrada que constitui o Ponto 15) frações menores que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), Gibbsita (Gb) e mica (M). As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d tratam-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.

As análises de difração de raios X, em congruência com a distribuição granulométrica, mostraram que ocorre variação na composição da fração argila das coberturas sedimentares na horizontal e na vertical. Esta variação é marcada pela presença ou não de gibbsita em quantidade para aparecer na difração, pela quantidade e grau de cristalinidade da caulinita. A caulinita é o argilomineral dominante em todas as amostras analisadas e, no geral, apresenta boa cristalinidade, sendo representada predominantemente pelo polítipo 1Md, exceção feita a porções mais pedogenizadas e com maior contribuição de material resultante da alteração de basalto.

Outro aspecto a ser destacado é que a maioria das amostras referentes à cobertura possui pequena quantidade de material na fração argila, e esta é composta basicamente por caulinita, óxidos e hidróxidos de ferro e/ou alumínio. Este aspecto difere da fração argila presente na Formação Adamantina, que possui maior quantidade de quartzo e illita e não possui gibbsita.

Observando as amostras na carta de cores (Munsell Chart) obteve-se as seguintes cores:

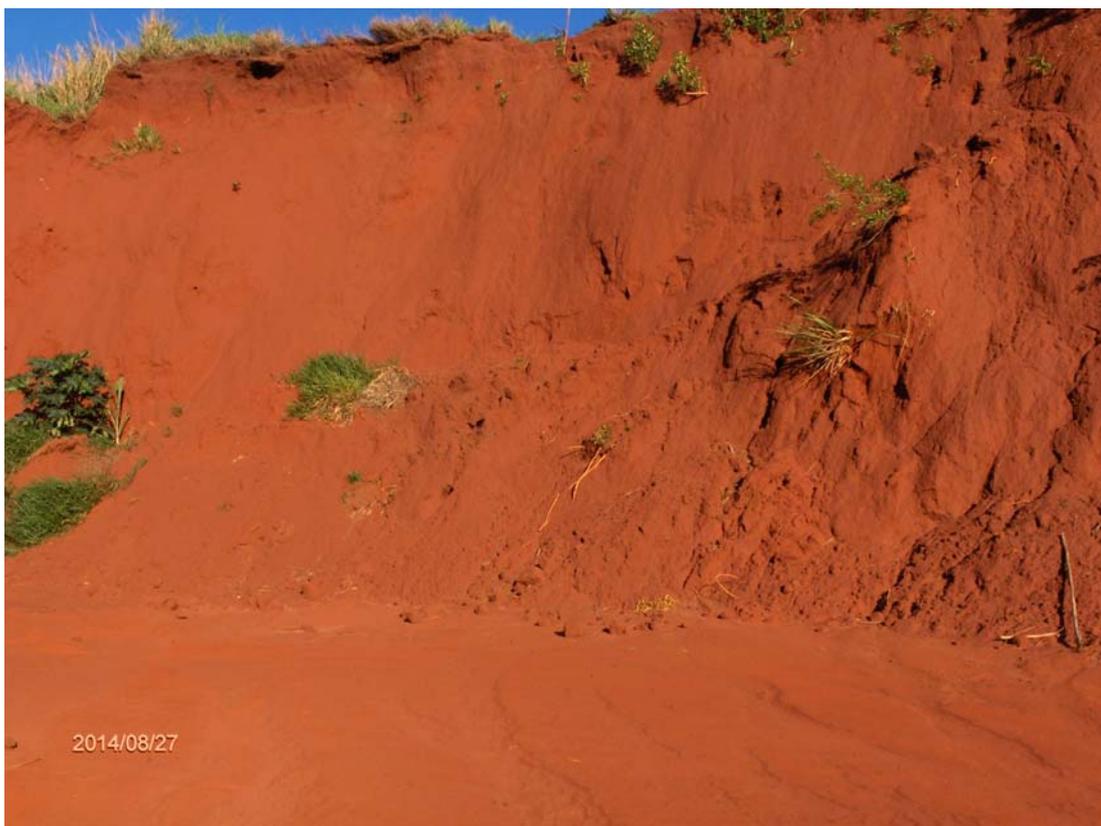
- Perfil 9 A a 9F: vermelho escuro (2.5YR 3/6) a bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/4);
- Perfil 15 A a 15 E: vermelho escuro (2.5 YR 3/6).

As amostras analisadas dos Pontos 1, 19, 20, 54, 61 e 67 (6-46m) estão bastante próximas: 3% areia grossa; 33% areia média, 39% areia fina, 18% silte, 8% argila. Existe uma distribuição mais equilibrada entre areia média e areia fina, diferentemente dos Pontos 9 e 15, em que a concentração maior é de areia fina (50%).

Na carta de cores as amostras resultaram em:

- Amostras 1, 19, 20, 54, 61 – bruno amarelado claro (2.5 YR 6/4) / bruno avermelhado escuro (2.5 YR 3/4);
- Amostra 67 (6 -46m) – bruno avermelhado escuro (2.5 YR 3/4) / bruno avermelhado (2.5 YR 5/4).

Diferentemente das coberturas cenozóicas encontradas mais ao norte do município em que a coloração varia de vermelho alaranjado a amarelo pálido, as porcentagens de areia média e fina são praticamente equivalentes (33% e 39%). A outra cobertura, encontrada na região urbana de Assis e mais ao sul, próximo a Tarumã, possui coloração vermelha intensa e a porcentagem de areia média é de 20% e de areia fina 50% (Figuras 38 e 39).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 38 - Aloformação Paranaíba, unidade 1. Material inconsolidado constituído por grãos de quartzo e películas de óxidos e hidróxidos de ferro, coloração vermelho intenso a alaranjado, SP-333 – Rodovia Miguel Jubran, divisa de município Assis – Tarumã (Ponto 9).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 39 - Aloformação Paranaíba, unidade 2. Material inconsolidado de coloração vermelho alaranjado a amarelo pálido, com menor quantidade de óxidos de ferro. Ass-010 – Rodovia Manoel Fernandes (Ponto 20).

5.6 Coberturas Ricas em Óxidos/Hidróxidos de Ferro

Esta unidade corresponde a misturas com diferentes proporções de material oriundo da alteração de basaltos com sedimentos arenosos da Aloformação Paranaíba e, talvez, do Grupo Bauru. Este material exibe cor vermelho forte e aspectos texturais que o levou a ser interpretado como produto de alteração de basaltos *in situ* e, ser classificado em nitossolo vermelho, em função da riqueza de óxidos/hidróxidos e caulinita e boa qualidade agrícola.

A composição granulométrica, mineralógica e química desse material foi apresentada acima, nas descrições referentes aos Pontos 16 e 17, que as análises microscópicas e de difração e fluorescência de raios X evidenciam serem originados de material de alteração de basalto misturado com sedimentos arenosos, com as mesmas características dos que constituem a aloformação.

A análise granulométrica deste material, sem cuidadosa desagregação, freqüentemente resulta em pequena proporção de argila, pela floculação de caulinita e óxidos e hidróxidos de ferro, durante a evolução pedogenética. Todavia apresentam grau de erodibilidade bem inferior ao das outras coberturas e uma fertilidade muito maior. Aparentemente a quantidade significativa de quartzo, na fração silte e areia fina, contribuem positivamente para a qualidade deste tipo de solo, melhorando a textura.

Esse material aparenta ser resultado de coluvionamento recente, provavelmente de idade holocênica, resultante da mistura de material de alteração de basalto e coberturas arenosas presentes em nível topográfico superior.

5.7 Aluviões

Depósitos aluvionares são pouco expressivos na região, aparecendo de forma mais significativa ao longo de poucas drenagens, em especial no extremo oeste, nordeste e leste do município. São constituídos por material areno-argilosos, ricos em matéria orgânica, exibindo cores pretas quando úmidos e cinza escuro quando secos.

Alguns dos aluviões estão recebendo sedimentos, constituindo área pantanosas, com vegetação característica, outros estão em fase de erosão, em especial, nos casos em que a atividade antrópica, concentrou o fluxo de água superficial.

6. EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA E PEDOLÓGICA LOCAL

A evolução geomorfológica está diretamente relacionada com a pedogênese de uma área e região, e constitui-se de elementos essenciais para a elucidação da evolução geológica do quaternário, em especial quando analisados de forma integrada. Dessa forma, nesse capítulo é apresentado um quadro geral da geomorfologia, a pedologia clássica, análise fisiográfica da área em estudo e discussão sobre os solos do município de Assis, com base na fisiografia, na geomorfologia e em dados de campo e de laboratório obtidos no desenvolvimento da presente pesquisa.

6.1 Geomorfologia

Admite-se que a atual esculturação do relevo brasileiro teve início durante o Cretáceo Superior, a partir da ruptura das placas Sul-Americana e Africana, quando após um aplainamento geral, todo o continente passou por um soerguimento que deu início a um ciclo denudacional.

No Terciário Inferior (Paleoceno), o clima árido foi responsável por uma pediplanização em todo o planalto central brasileiro, formando uma vasta superfície de denudação, dando origem ao que King (1956) chamou de Superfície Sul-Americana e Bigarella, Mousinho e Silva (1965) denominaram Pd3 (Pediaplano 3),

constituindo a superfície de cimeira da Bacia Sedimentar do Paraná. Para King (1956) as superfícies planas encontradas nas zonas equatoriais tropicais quentes e úmidas e temperadas e oceânicas, não foram submetidas somente à erosão normal, pois os processos morfoclimáticos das regiões úmidas não são capazes de elaborar os grandes planos de erosão. O autor afirma que a paisagem brasileira evoluiu por pediplanação, isto é, regressão de escarpas e pedimentação.

Durante o Terciário Superior, ocorre um novo soerguimento, como o das Serras de Maracajú (MS) e Caiapó (GO) que implantam as bacias hidrográficas do Rio Paraná e Rio Paraguai sobre a Superfície Sul-Americana (KING, 1956), e o continente passou a ser novamente ativamente erodido.

Uma nova fase estável propiciou a dissecação da elevação e o desenvolvimento de novos ciclos de erosão, nomeada por King (1956) de Superfície Velhas (Mioceno-Plioceno), que ocorre embutida nos intervalos rebaixados dos restos da Superfície Sul-Americana. Bigarella, Mousinho e Silva (1965) denominam Pd2, este segundo pediplano, embutido no mais antigo, de idade Terciária Média (Oligoceno-Mioceno). A dissecação desse segundo pediplano deu origem às atuais bacias de drenagens.

Durante as glaciações pleistocênicas ocorreria a elaboração do mais recente pediplano Pd1 (Plioceno–Pleistoceno) ou Paraguaçu (Pleistoceno). Esta superfície de erosão, além de esculpir um compartimento rebaixado no planalto, retocou as superfícies erosivas anteriores.

Stevaux (1994) e Souza Filho e Stevoux (1997), citados por Sallun (2007), com base em dados geológicos e geomorfológicos e a partir de palinomorfos vêm obtendo informações sobre o paleoclima na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, caracterizados por quatro eventos de mudanças paleoclimáticas, são eles:

- Evento árido mais antigo (40.000 anos AP a 20.000 anos AP) – ocorrem sedimentos com baixo teor de matéria orgânica e coloração avermelhada, predomínio de polens e gramíneas e alta frequência de grãos arenosos transportados pelo vento, devido à baixa densidade de cobertura vegetal, sugere um clima mais seco que o atual; provavelmente, somente a drenagem principal e os afluentes maiores da bacia hidrográfica existiam;
- Evento úmido mais antigo (8.000 anos AP – 3.500 anos AP) período marcado por melhoria climática generalizada (Ótimo Climático Holoceno);

- Evento árido mais recente (3.500 anos AP – 1.500 anos AP) a atuação eólica teria originado campos de dunas localizadas e a movimentação por rastejo da parte superior do solo;
- Evento úmido mais recente (1.500 anos AP até hoje) neste período a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná teria iniciado o aprofundamento do seu leito.

Bigarella, Mousinho e Silva (1965) consideraram o conceito de pedimento como uma feição morfológica desenvolvida durante períodos em que as condições climáticas favoreceram processos hidrodinâmicos e intemperismos específicos. Os autores acreditam que os pedimentos sejam formas que se desenvolveram pelo recuo de vertentes, provocado pelo intemperismo, resultando em aplainamentos de inclinação suave com gradiente necessário para o escoamento do material detrítico.

Para a formação de um pedimento são necessárias duas fases penecontemporâneas, a saber:

- ação dos processos de intemperismo forçando o recuo paralelo das vertentes íngremes e;
- ação de processos de remoção de detritos.

O relevo brasileiro apresenta grandes superfícies aplainadas (pediplanos), bastante dissecadas. As superfícies mais antigas são geralmente testemunhadas por remanescentes dispersos, preservados em rochas com maior resistência a erosão sob climas úmidos.

Bigarella (2003) considera que uma superfície de erosão configura um plano que trunca a estrutura e a litologia regional como um todo, independentemente da resistência à erosão, reduzindo todas as rochas a uma superfície aplainada, processo esse tendencialmente ligado a fases de degradação lateral da paisagem e formação de pediplanos.

O período Quaternário assinala importantes eventos na história física da Terra que revelam aspectos fundamentais dos mecanismos de evolução do complexo da paisagem. As oscilações climáticas pleistocênicas, responsáveis pela alternância de períodos glaciais e interglaciais, constitui, um dos traços mais marcantes do Quaternário, com repercussões expressivas na morfogênese. Além da instabilidade

climática, a América do Sul também é marcada por manifestações tectônicas intraplacas abrangidas pelo estudo da neotectônica (MARQUES NETO; VIADANA, 2006).

Durante o Plioceno superior (5,3 Milhões de anos) e o Quaternário (1.6 Milhões de anos) os processos morfogenéticos foram intensamente marcados por oscilações climáticas e eustáticas, sendo exemplos espetaculares de tais mudanças, os períodos glaciais e interglaciais que ritmaram a evolução morfoclimática mundial.

Conforme Melo et al. (2005) a compreensão acerca dos processos e produtos morfogenéticos quaternários continentais exige não apenas a análise dos agentes responsáveis pela esculturação atual das terras emersas, mas também do papel exercido na evolução das paisagens pelos processos que atuaram durante as grandes oscilações climáticas plioquaternárias .

Os primeiros trabalhos relacionados com a geomorfologia do Estado de São Paulo são de Moraes Rego (1930) e De Martone (1943). Deffontaines (1935) elaborou uma divisão do Estado, onde distinguiu: Litoral, Depressão Periférica Permiana, Zona dos Arenitos e Derrames Basálticos do Centro-Oeste Paulista.

Monbeig (1954) dividiu as grandes unidades naturais paulistas em: litoral, planaltos e suas bacias, depressão paleozóica e os planaltos ocidentais. Os Planaltos Ocidentais foram conhecidos a partir da marcha de exploradores rumo ao oeste, desencadeados entre os anos de 1870 e 1880.

Para Monbeig (1954, p. 189), região natural “é uma parte da superfície da terra no interior da qual os diferentes elementos físicos e biológicos, em ação recíproca e inseparáveis, constituem uma unidade. É um complexo geográfico e sua individualidade está na paisagem”.

A evolução da paisagem no Planalto Ocidental está diretamente relacionada a processos tectônicos associados aos esforços gerados entre a placa Pantalassiana e a paleomargem sudoeste do Gondwana, responsáveis pela origem e evolução da Bacia do Paraná. Conforme Milani (1997), o reflexo desta tectônica é considerado como a causa dos principais ciclos de subsidência da bacia, propiciando a sedimentação das diversas unidades que compõem seu arcabouço estratigráfico.

Eventos tectônicos iniciados no Neo-Jurássico com a ruptura do Gondwana e a migração da placa Sul-Americana para oeste, provocaram no Eocretáceo o magmatismo Serra Geral. Cessado o magmatismo, acentua-se a dinâmica dos processos de separação continental e a abertura do Oceano Atlântico.

Anomalias térmicas reincidentes provocam ainda uma dinâmica crustal com a formação de altos topográficos e a incidência de manifestações alcalinas. Para Fernandes (1998) estas áreas altas contribuem para a instalação de um ambiente favorável à sedimentação na Bacia Bauru, atuando como área-fonte.

Com o levantamento geral que afetou os maciços antigos do Brasil, após o Cretáceo, a Bacia do Paraná foi soerguida algumas centenas de metros, estabelecendo uma hidrografia, hoje denominada Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, superimposta e centrípeta, acima das formações areníticas do Grupo Bauru. A Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, em conjunto com os rios Paraguai, La Plata, Pilcomayo e Uruguai formam a Bacia Hidrográfica da Prata.

De acordo com suas características, o Rio Paraná pode ser dividido em cinco trechos. A porção denominada “Alto Rio Paraná” compreende o trecho de Guairá (MS) à confluência dos rios Grande e Paranaíba. Seus limites geográficos são: ao norte, as bacias do Rio Grande e Paranaíba e Serra de Caiapó; a leste, o maciço litorâneo brasileiro (Serra do Mar); ao sul, a bacia do Rio Iguaçu, afluente do Médio Paraná; e a oeste, a bacia do Rio Paraguai e a Serra de Maracajú (SALLUN, 2007).

Na Bacia Hidrográfica do Alto Paraná ocorrem rochas da Bacia do Paraná (mesozóicas) superpostas por depósitos quaternários que representam a sedimentação em diversos compartimentos geomorfológicos desta bacia, e testemunham importante hiato deposicional desde o fim da Era Mesozóica, acompanhado de intenso intemperismo subsequente na história geológica das regiões centro-oeste, sul e sudeste do Brasil. Esses depósitos genericamente agrupados como coluviais e aluviais, são correlativos de importantes fases de evolução geológica cenozóica que marcou profundamente a paisagem atual (SALLUN, 2007).

Após o soerguimento da região no cretáceo, o Planalto Ocidental apresentou-se como uma grande porção esculpida por processos erosivos (AB'SABER, 1954). A unidade natural Planalto Ocidental, abaixa-se em declives suaves de 800m a 1200m no alto das Cuestas, até os rios Grande e Paraná, e sua superfície não é perfeitamente plana. Para Ab'Saber (1954) o centripetismo na direção da hidrografia que drena a Bacia do Paraná é derivada da disposição periclinial das estruturas regionais e da superimposição hidrográfica generalizada que se impôs em toda a bacia, após a deposição das formações sedimentares lacustrinas do Grupo Bauru.

Este fato explicaria o traçado de quase todos os rios do Estado, que herdaram a posição que lhes foi imposta pela história geológica regional.

A maior parte dos rios do Planalto Ocidental corre para oeste e paralelamente aos rios Paranapanema, Tietê e Grande, rios conseqüentes, cuja orientação parece indicar que seus leitos originais foram estabelecidos em uma superfície essencialmente plana, com ligeira inclinação para o rio Paraná.

Almeida (1964) cita que na maior parte do Planalto Ocidental, o relevo é caracterizado por espigões extensos com topos convexos ondulados e extremidades laterais lobadas, que compõem colinas extensas avançando no sentido dos tributários do rio Paraná. Também aparecem pequenos planaltos conspícuos com altitudes em torno de 700m, no bordo sudeste do Planalto Ocidental. Estes espigões situam-se nos divisores dos principais tributários do rio Paraná e são circundados por escarpas de 50m a 100m de altura, com vegetação descontínua.

Para o autor, os pequenos planaltos podem representar o efeito de aplainamento local ou testemunham uma primitiva superfície na qual foi estabelecida a drenagem conseqüente de toda a província geomorfológica. A evolução do relevo teria acontecido por processos erosivos.

Ab'Saber (1969) e Araújo Filho e Ab'Saber (1969) também mencionam estes pequenos planaltos como prováveis remanescentes da chamada Superfície Neogênica (Pd₃) de idade terciária superior.

Ponçano et al. (1981) comentam que a província Planalto Ocidental abrange toda a porção oeste do Estado de São Paulo, perfazendo 50% do seu território. O município de Assis está inserido nesta província.

No Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – Escala 1:1.000.000 (IPT, 1981b), a Província Planalto Ocidental foi dividida em quatro Zonas Geomorfológicas:

- a) Planalto de Marília;
- b) Planalto de Catanduva;
- c) Planalto de Monte Alto;
- d) Áreas Indivisas.

Localizado na zona Áreas Indivisas, a região do Médio-Paranapanema, onde está inserido o município de Assis, é caracterizada por relevos de colinas amplas e morrotes. Mais ao norte, fora da área do município de Assis, o Planalto de Marília, ganha destaque por ser a região mais acidentada do interior do Planalto Ocidental, ocorrendo entre as cidades de Marília, Garça e Echaporã (IPT, 1981a).

Tendo em vista a necessidade de estudos detalhados sobre a Zona de Áreas Indivisas, Bongiovanni (1990) pormenoriza a geomorfologia da região entre as cidades de Quatá, Paraguaçu Paulista e Assis, confeccionando um mapa de formas de relevo em escala 1:50.000.

Levando-se em consideração as formas de relevo da região, geologia e topografia, foram delimitados os seguintes sistemas de relevo: 1- Colinas amplas; e 2- Colinas médias, cujas características encontram-se abaixo descritas:

1- Relevo com predomínio de Colinas Amplas

a) Associados aos arenitos da Formação Adamantina:

- topos mais amplos, relevo aplainado;
- predomínio de interflúvios com área superior a 4 Km²;
- densidade de drenagem relativamente pequena;
- fundos de vale principalmente em forma de U ou berço (não entalhado), seguido por vales em V;
- pequena amplitude (100 metros);
- altitudes que variam de 400 a 500 metros.

2- Relevo com predomínio de Colinas Médias

a) Associados aos arenitos da Formação Marília:

- colinas com topos estreitos, predomínio de colinas médias;
- maior densidade de drenagem;
- maior densidade de interflúvios, com áreas entre 1 e 4 km²;
- fundos de vale em V (vales entalhados) e em U;
- altitudes que variam de 500m a 610m.

b) Associados às Rochas Básicas da Formação Serra Geral:

- topos planos;
- vales em U ou berço, V e em fundo plano (calha);

- média densidade de drenagem;
 - altitudes que variam de 380m a 500m.
- c) Associados aos arenitos da Formação Adamantina:
- topos planos e arredondados;
 - vales em U (berço), V (entalhado) e fundo plano (calha);
 - média a alta densidade de drenagem;
 - altitudes que variam de 400m a 500m.

Ross e Moroz (1997) apresentam outro Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo em escala 1:500.000, subdividindo a geomorfologia do Estado diferentemente do método empregado nos trabalhos anteriores (IPT, 1981b). Estes autores consideram que processos tectônicos e climáticos são os responsáveis pela gênese das unidades morfoesculturais e que, por sua vez, estão inseridas em unidades denominadas morfoestruturais.

No Estado de São Paulo, são três as unidades morfoestruturais:

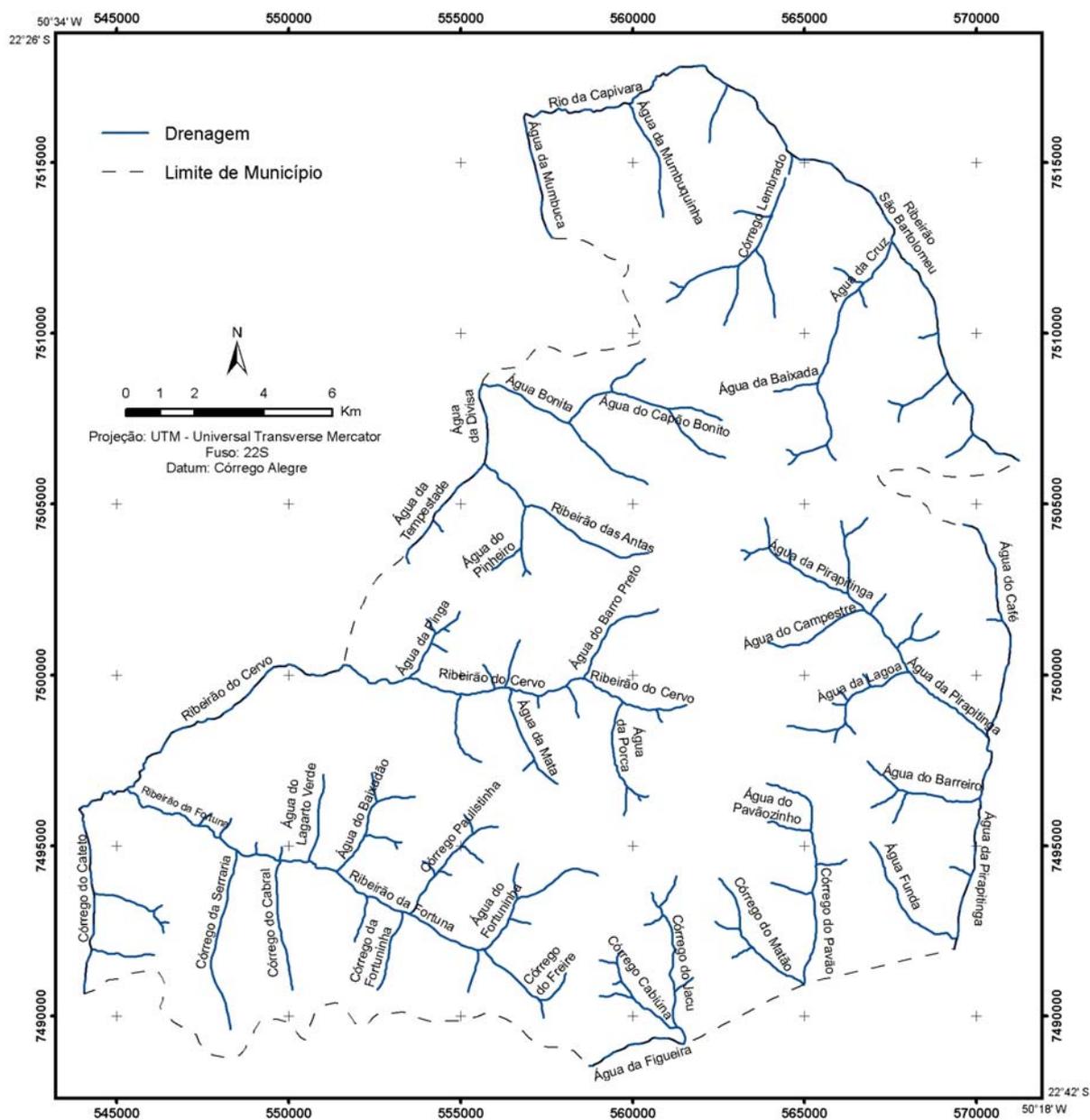
- Cinturão Orogênico do Atlântico
- Bacia Sedimentar do Paraná
- Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas.

O Planalto Ocidental constitui a continuidade física do reverso das Cuestas Basálticas, com a qual se limita a leste. O relevo desta província subordina-se à estrutura regional onde as camadas sub-horizontais com suave caimento para oeste, constituem uma plataforma nivelada com cotas próximas a 500m nos limites orientais, atingindo na foz do rio Paranapanema – 247m de altitude.

O embasamento do Planalto Ocidental é essencialmente constituído por rochas do Grupo Bauru na grande maioria arenitos os quais, por vezes, apresentam cimento carbonático e ou silicoso. No vale dos rios Paranapanema e Pardo ocorrem basaltos da Formação Serra Geral.

Na região do Médio-Paranapanema, o Planalto Ocidental tem drenagem organizada predominantemente por rios conseqüentes, que possuem desenvolvimento essencialmente interno aos limites da província (Figura 40). A rede de drenagem principal mostra paralelismo de eixos na direção NW–SE, com rios de

maior porte mostrando planícies aluviais de dimensões variadas. A presença de rápidos e corredeiras, bastante comum na região, geralmente está condicionada ao embasamento basáltico.



Fonte: Mateus Vidotti

Figura 40 - Mapa das drenagens do município de Assis.

Para Ross e Moroz (1997), a área do Médio-Paranapanema, onde se insere o município de Assis, pertence à unidade morfoestrutural denominada Bacia Sedimentar do Paraná e à unidade morfoescultural Planalto Ocidental Paulista – Planalto Centro Ocidental, domínio geomorfológico que ocupa praticamente 50% da

área total do Estado de São Paulo, limitando-se ao norte com Minas Gerais, com Mato Grosso do Sul a noroeste, a sudoeste com o Paraná e ao sul e ao leste com a Depressão Periférica Paulista.

Na região do município de Assis, predominam formas de relevo denudacionais, relevo levemente ondulado, com predomínio de colinas amplas e baixas de topos convexos (Dc) na região sul do município, ou topos aplainados ou tabulares (Dt) encontrados na região norte, as altitudes variam entre 300m e 600m e as declividades médias predominantes das vertentes estão entre 2% e 10%. Os entalhamentos médios dos vales são inferiores a 20m e as dimensões interfluviais médias estão entre 1750m e 3750m. A litologia desta unidade morfoescultural corresponde a arenitos com lentes de siltitos e argilitos, e os solos dominantes são os **ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS**, de textura média a arenosa, que aparecem com mais frequência nas vertentes mais inclinadas.

Por apresentar formas pouco dissecadas a planas, com vales pouco entalhados e baixa densidade de drenagem, esta unidade é considerada nos parâmetros de fragilidade potencial em muito baixa, ou seja, seu potencial erosivo é muito baixo nos setores aplainados dos topos das colinas. Porém, como os solos apresentam textura média a arenosa, as vertentes mais inclinadas são susceptíveis aos processos erosivos, principalmente quando desenvolvem escoamentos concentrados (Figura 41).



Fonte: Arquivo da pesquisadora

Figura 41 - Boçoroca desenvolvida por escoamento concentrado, Jardim Eldorado, Assis (Ponto 48).

Dos solos encontrados na região de estudo, constatou-se um índice crescente de fragilidade entre **LATOSSOLO VERMELHO** Distroférico, textura muito argilosa (LVdf1) e **LATOSSOLO VERMELHO** Distrófico, textura argilosa (LVd3) (ROSS; MOROZ, 1997).

No Relatório Zero da UGRHI do Médio-Paranapanema (CPTI, 1999) o relevo de colinas amplas constitui-se no sistema de relevo predominante, apresentando freqüentes transições com o relevo de colinas médias. Este relevo de colinas não está circunscrito às regiões de domínio de rochas sedimentares (Grupo Bauru), mas também está presente em áreas de exposição dos basaltos da Formação Serra Geral, como é o caso dos vales dos rios Paranapanema e Pardo, principalmente entre Assis, Ourinhos e Santa Cruz do Rio Pardo. Nas áreas de colinas amplas implantadas sobre o substrato basáltico, este sistema parece estar ligado à grande espessura e à alta permeabilidade dos solos.

6.2 Pedologia

Em termos gerais, com base nas bibliografias existentes, predominam na região do Médio-Paranapanema solos desenvolvidos, caracterizados por alteração praticamente total dos minerais originais apresentando em comum desenvolvimento pedogenético bastante influenciado pelas condições climáticas da região (subtropical, quente e úmido). Trata-se de solos com horizontes diagnósticos subsuperficiais B latossólico ou horizonte B textural, representados pelas seguintes classes pedológicas: **Latossolo Vermelho** (LVd e LVdf), **Nitossolo Vermelho** (NV), **Argissolo Vermelho** (PV).

Também são encontrados na região solos caracterizados por alteração incompleta do perfil ou por desenvolvimento pedogenético sob influência particularmente pronunciada da rocha mãe, são menos evoluídos e são representados na região pelo **Neossolo Litólico** (RL) e **Neossolo Quartzarênico** (RQ).

A influência do relevo e do substrato geológico no desenvolvimento do solo pode ser observada pelos processos de alteração física e química dos constituintes minerais, relacionados ao movimento do material em solução no interior do solo e à água desempenhando papel fundamental neste processo.

Bongiovanni (1990) estudou a relação solo-substrato geológico existente na região entre Paraguaçu Paulista e Assis, cujos resultados encontram-se atualizados no Quadro 3.

Quadro 3 - Relações solo-substrato geológico

Classe Pedológica	Litologia	Formação Geológica
Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura argilosa (LVd3)	Rochas básicas e arenitos	Formação Serra Geral Formação Adamantina
Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura média (LVd2)	Arenitos	Formação Adamantina
Nitossolo Vermelho Eutroférico típico, A moderado, textura muito argilosa (NVef1)	Rochas básicas	Formação Serra Geral
Latossolo Vermelho Distroférico típico, A moderado, textura muito argilosa (LVdf1)	Rochas básicas	Formação Serra Geral
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média (PVAe)	Arenitos	Formação Marília
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico , A moderado, textura média ou arenosa/média (PVAd)	Arenitos	Formação Marília

Fonte: adaptado de Bongiovanni (1990)

O Relatório Zero (CPTI, 1999) apresenta as principais características das unidades pedológicas na UGRHI do Médio-Paranapanema.

O trabalho interpretou as ocorrências de solo, no contexto da paisagem, isto é, correlacionando as classes pedológicas existentes com os demais componentes do meio físico, especialmente com o substrato geológico e o relevo. Nos perfis estudados características como cor, textura, espessura e processos pedológicos atuantes traduzem influência importante tanto das formas de relevo como da composição mineralógica do substrato. Este fato levou os autores a observarem certa relação entre os componentes do meio físico, no contexto geral da paisagem da UGRHI 17 Médio-Paranapanema (Quadro 4).

Quadro 4 - Relação solo, substrato geológico e relevo para a UGRHI 17 – Médio-Paranapanema

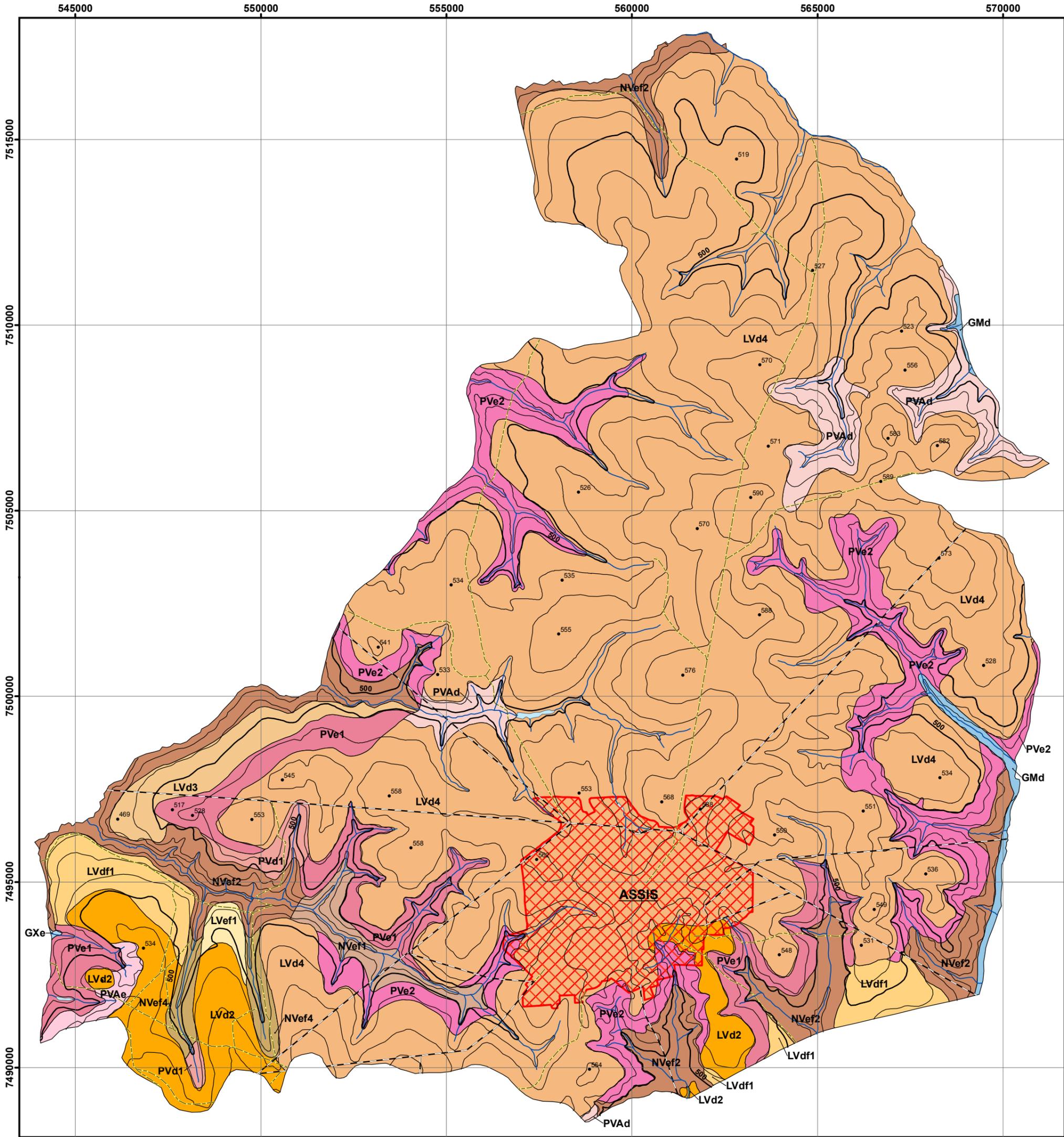
Classe pedológica	Influência do substrato	Influência do relevo
<p>ARGISSOLO VERMELHO – AMARELO (PVA)</p> <p>Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média (PVAe)</p> <p>Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, A moderado, textura média ou arenosa/média (PVAd)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta textura arenosa e média quando proveniente de arenitos (formações Adamantina, Marília, Santo Anastácio). 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolve-se em relevos movimentados constituídos por colinas médias, morros e morrotes arredondados, mar de morros etc. • Quando desenvolvido em relevos calcíferos pode ocorrer em relevo de colinas médias.
<p>LATOSSOLO VERMELHO (LVd)</p> <p>Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura média (LVd1)</p> <p>Latossolo Vermelho Distrófico, típico, A moderado, textura argilosa (LVd3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta textura média quando proveniente de arenitos (Formação Adamantina) e textura argilosa quando subordinado a basaltos (Formação Serra Geral). • Quando subordinado a argilitos, siltitos e folhelhos é resultado de pedogênese de colúvios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolve-se principalmente em relevos de colinas amplas; quando associado a relevos mais movimentados constituídos por colinas médias, morros arredondados e morros alongados, é resultado de pedogênese sobre colúvios.
<p>LATOSSOLO VERMELHO (LVdf ou LVef)</p> <p>Latossolo Vermelho Distroférrico típico, A moderado, textura muito argilosa (LVdf1)</p> <p>Latossolo Vermelho Eutroférrico típico, A moderado, textura muito argilosa (LVef1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolve-se a partir de rochas básicas da Formação Serra Geral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolve-se em relevos de colinas amplas e topos aplainados de morrotes alongados.
<p>NITOSSOLO VERMELHO (NV)</p> <p>Nitossolo Vermelho Eutroférrico típico, A moderado, textura muito argilosa (NVef1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proveniente de pedogênese sobre rochas básicas de Formação Serra Geral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorre em relevos movimentados constituídos por colinas médias e morrotes alongados. • Quando associado a Latossolo Vermelho desenvolve-se em encostas mais declivosas próximas a fundos de vales.
<p>NEOSSOLO LITÓLICO (RL)</p> <p>Neossolo Litólico Eutrófico típico, A moderado, textura muito argilosa (RLe)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorre em praticamente todas as formações geológicas, apresentando texturas variadas condicionadas à composição mineralógica do substrato. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolve-se em relevos muito movimentados, constituídos por morrotes alongados, escarpas festonadas e morros com serras restritas.
<p>GLEISSOLO (G)</p> <p>Gleissolo Háptico Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa (GXe)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorre em geral associado a aluviões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorre em fundos de vales, várzeas e planícies aluviais.

Fonte: adaptado de CPTI (1999)

A partir da análise do material cartográfico referente ao município de Assis e arredores (ver item 3.4), conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (2006), foram reconhecidas as seguintes classes pedológicas: LATOSSOLO, ARGISSOLO, NITOSSOLO, NEOSSOLO e GLEISSOLO (ver Figura 42).

Figura 42 - Mapa de solos do município de Assis.

Mapa de Solos do Município de Assis



LEGENDA

- GXe GLEISSOLO HÁPLICO Tb, eutrófico típico A moderado, textura argilosa
- GMd GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico típico, A húmico, textura média
- LVd2 LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado textura média
- LVd3 LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado textura argilosa
- LVd4 Grupo indiferenciado de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média e NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos A moderado
- LVdf1 LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado textura muito argilosa
- LVef1 LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A moderado textura muito argilosa
- NVe1 NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, típico A moderado, textura muito argilosa

- NVe2 Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico Latossólico + LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, todos A moderado, textura muito argilosa
- NVe4 Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, ambos A moderado
- PVAe ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média
- PVAd ARGISSOLO VERMELHO - AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média ou arenosa/média
- PVd1 ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado textura média/argilosa
- PVe1 ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A moderado textura média/argilosa
- PVe2 Associação de ARGISSOLO VERMELHO, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO - AMARELO, textura arenosa/média, ambos Eutróficos típicos, A moderado

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Pontos cotados
- Drenagem
- Rodovia
- Estrada
- Curva de nível
- ▤ Área Urbana
- Lagoa

Escala 1: 100 000
 0 5.000 Metros
 Equidistância das curvas de nível: 20m
 Projeção: UTM - Universal Transverse Mercator
 Fuso: 22S
 Datum: Córrego Alegre
 Data: julho/2008

BASE CARTOGRÁFICA
 Folha Assis - SF-22-Z-A-V-1 IBGE - 1975
 Folha Maracá - SF-22-Z-A-IV-2 IBGE - 1992
 Folha Lutécia - SF-22-Z-A-II-3 IBGE - 1974
 Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo - 1: 100.000 - Folha de Maracá - IGC/IAC/CIERGA - 2000
 Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo - 1: 100.000 - Folha de Assis - IGC/IAC/CIERGA - 1996
 Carta de solos da UGRHI - 17 Médio - Paranapanema - 1: 250.000 CPTI, 1999;
 Levantamento pedológico semidetalhado da região do governo de Assis - Mapa de solos do município de Assis - 1: 50.000 - IAC/CIERGA/IGC 1990
 Mapa pedológico do município de Assis - semidetalhe - 1: 100.000 - IAC - 1996
 Mapa geológico-pedológico da região de Paraguaçu Paulista - 1: 50.000 - (Bongiovanni, 1990)

Organizadora
Solange Bongiovanni

6.2.1 Latossolos (L)

São constituídos por material mineral apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, exceto horizonte hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, ou seja, atuação expressiva de processo de latolização (ferralitização ou laterização) resultando em intemperismo intenso dos constituintes minerais primários e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e ou óxido/hidróxido de Fe e Al com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintização. Normalmente são solos profundos, de fortemente a bem drenados, solos ácidos com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos.

LATOSSOLO VERMELHO (LVd)

Corresponde a solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico e coloração vermelho-escura. A textura varia de argilosa a média, apresentando íntima relação com as características granulométricas e mineralógicas do substrato pedogenético. São solos acentuadamente drenados.

No município de Assis a ocorrência de **LATOSSOLO VERMELHO (LVd)** está associada aos relevos de colinas amplas e às formações geológicas locais.

- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média (**LVd1**)¹.
- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média (**LVd2**).
- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura argilosa (**LVd3**).
- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**).

¹ As unidades de mapeamento LVd1 e LVd2 ficaram iguais nas descrições, já que não se pode diferenciá-las pelo caráter Álico, que não é reconhecido pelo novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos; não se pode colocar o caráter alumínico, pois os solos da região não apresentam alumínio trocável superior a 4,0 cmolkg⁻¹ (Informação recebida de Itamar Antonio Bognola – www.iabog@cnpf.embrapa.br). No mapa de solos apresentado neste trabalho, a unidade é representada por **LVd2**.

LATOSSOLO VERMELHO (LVdf ou LVef)

Trata-se de solos com características similares ao Latossolo Vermelho (LVd), apresentando teores mais elevados de Fe_2O_3 e textura sempre argilosa. Ocorre associado a rochas basálticas e aos relevos de colinas amplas.

- **Latossolo Vermelho Distroférico** típico A moderado, textura muito argilosa (LVdf1).
- **Latossolo Vermelho Eutroférico** típico A moderado, textura muito argilosa (LVef1).

6.2.2 Nitossolos (N)

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa. Apresenta avançada evolução pedogenética pela atuação de ferralitização com intensa hidrólise, originando composição caulínica-oxídica ou virtualmente caulínica, ou com hidróxi-Al entre camadas.

NITOSSOLOS VERMELHOS (NV)

Corresponde a solos minerais não hidromórficos com horizonte B textural, relativamente profundos, bem drenados, de textura muito argilosa, apresentando gradiente textural muito baixo, alto teor de Fe_2O_3 , estruturação bem desenvolvida do horizonte B, prismática ou em blocos, e presença de cerosidade.

São solos associados a rochas basálticas e a relevos de colinas amplas e colinas médias e em associações com **Latossolo Vermelho** (LVdf ou LVef), junto a fundos de vales e drenagens.

- **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico A moderado, textura muito argilosa (NVef1).
- Associação de **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa + **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura argilosa (NVef4).

- Associação de **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa + **Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico**, A moderado, textura muito argilosa + **Latossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa (**NVef2**).

6.2.3 Argissolos (P)

São solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural, com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa. Apresenta evolução avançada com atuação incompleta de processo de ferralitização, em conexão com paragênese caulínica-oxídica ou virtualmente caulínica, ou com hidróxi-Al entre camadas, na vigência de mobilização de argila da parte mais superficial do solo, com concentração ou acumulação em horizonte subsuperficial.

ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS (PVA)

São solos bem a moderadamente drenados, variando de rasos, com textura argilosa/muito argilosa e solos profundos com textura arenosa/média. A relação textural é também variável, ocorrendo solos com mudança abrupta entre os horizontes A e B, até solos com pequena variação do teor de argila ao longo do perfil.

Os solos desta classe distribuem-se em relevos de colinas médias e morrotes alongados e ocorrem subordinados a materiais de origens diversas, excluindo aqueles provenientes de rochas básicas ou rochas muito ricas em ferro.

- **Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico** abrupto, A moderado, textura arenosa/média (**PVAe**).
- **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico** típico, A moderado, textura média ou arenosa/média (**PVAd**).

ARGISSOLOS VERMELHOS (PV)

São solos com características similares aos Argissolos Vermelho-Amarelos.

- **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura média/argilosa (**PVe1**).
- Associação de **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura arenosa/média + **Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico** típico, A moderado, textura arenosa/ média (**PVe2**).
- **Argissolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média/argilosa (**PVd1**).

6.2.4 Neossolos (R)

Compreende solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, menos de 20cm de espessura, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, seja por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos. Pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido.

NEOSSOLOS LITÓLICOS (RL)

Trata-se de solos minerais pouco desenvolvidos, com aproximadamente 20 a 40cm de profundidade, assentados ou não diretamente sobre rochas consolidadas próximas à superfície, com pequena ou nenhuma meteorização. Na região do Médio-Paranapanema estes solos estão sempre associados a Cambissolos.

- **Neossolo Litólico Eutrófico** típico, A moderado, textura muito argilosa, substrato basalto (**RLe**).

Este solo não foi encontrado no município de Assis.

NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS (RQ)

Caracteriza-se por solos sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, seqüência de horizontes A – C, apresentando textura areia ou areia franca até a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico, são solos essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente ausência de minerais alteráveis.

- **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, A moderado (**RQo**).

No município de Assis este solo é encontrado associado ao **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média (**LVd1 e LVd2**), resultando em **LVd4** – Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, A moderado.

6.2.5 Gleissolos (G)

São solos hidromórficos, mal drenados, constituídos por material mineral, expresso por forte gleização, resultante de processos de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico.

GLEISSOLOS HÁPLICOS (GX)

Ocorrem em planícies aluviais, limitados à área de agradação.

- **Gleissolo Háptico**, Tb, Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa (**GXe**).
- **Gleissolo Melânico**, Tb, Distrófico típico, A húmico, textura média (**GMd**).

6.3 Análise Fisiográfica do Município de Assis

Segundo Villota (1991 apud JOINHAS, 2002) a análise fisiográfica constitui-se num método moderno de interpretação de imagens da superfície terrestre, que se baseia na relação fisiografia – solo, assumindo de um lado o solo como um elemento da paisagem fisiográfica, e de outro, o ambiente geomorfológico determinado pelo relevo.

Jiménez-Rueda e Mattos (1992, 1993) descrevem que as unidades fisiográficas permitem conhecer a dinâmica do meio físico, constituem um conjunto de fatores do lugar, os quais induzem processos formadores e evolutivos das formas de relevo. Por outro lado, estas formas de relevo constituem fatores determinantes para a definição e a caracterização de diversas paisagens.

Paisagem pode ser definida como a unidade síntese fundamental para a análise fisiográfica e corresponde a uma parte da superfície terrestre que apresenta alto grau de homogeneidade climática e de processos geodinâmicos (CORTÉS; MALÁGON, 1984 apud SHIMBO, 2006).

As Sub-Paisagens são definidas por grupos de formas do relevo e que apresentam uma análise da variação morfológica com relação à morfogênese. Essa morfogênese, por sua vez, conduz a uma análise da dinâmica das formas do relevo, interpretando a evolução e as transformações ocorridas posteriores à formação do mesmo (BOTERO, 1978 apud SHIMBO, 2006).

Utilizando-se de fotografias aéreas, em escala 1:35.000, do município de Assis e atividades de campo, foi realizada uma interpretação fisiográfica preliminar da área de estudo.

Durante a fotointerpretação foram observadas, nas fotografias aéreas, as formas do relevo, as drenagens, a litologia que, juntamente com as curvas de nível das folhas topográficas e a carta pedológica do município, resultaram em unidades fisiográficas de paisagens aluviais e planaltos.

Na área de estudo as paisagens aluviais foram representadas pelas Planícies de Inundação, que podem apresentar um complexo de unidades fisiográficas tais como: várzeas, diques, nascentes e terraços.

Pela fotointerpretação a Planície de Inundação poderia ser dividida em Planície de Inundação Atual – referente a hoje e há 1.000 anos atrás; e em Planície de Inundação Sub-Atual – não foi reconhecida na fotointerpretação.

Preliminarmente, no município de Assis, os planaltos foram representados pelos planaltos ligeiramente dissecados.

Assim, as unidades fisiográficas analisadas neste estudo foram subdivididas da seguinte maneira:

a) Paisagem Aluvial:

- Planície de Inundação Atual

b) Planaltos:

- Planalto Ligeiramente Dissecado:
 - Planalto Alto Ligeiramente Dissecado (>580m)
 - Planalto Médio Ligeiramente Dissecado (540-580m)
 - Planalto Baixo Ligeiramente Dissecado (500-540m)
 - Planalto Muito Baixo Ligeiramente Dissecado (460-500m).

A partir da proposta retirada do trabalho de Joinhas (2002), foi realizada uma correlação entre as unidades fisiográficas preliminarmente estabelecidas e a carta de solos existente do município de Assis e apresentada neste trabalho. Esta carta de solos (Figura 41) é uma compilação de diversos mapas produzidos na região, com a legenda de solos atualizada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2006).

As Planícies de Inundação, segundo Suguio (1998), são áreas que fazem parte do vale adjacente ao canal fluvial, compostas por sedimentos depositados durante as enchentes, quando as águas transbordam para fora do canal principal, são ainda compostas de sedimentos mais finos do que os do canal fluvial e do dique natural ou dique marginal, e podem estar dissecadas pelo leito atual do rio, formando vários níveis de terraços fluviais.

Na região nordeste do município de Assis, próximo à divisa com o município de Lutécia, encontra-se o Ribeirão São Bartolomeu e, na região sudeste do município, o Ribeirão Pirapitinga. Em área de várzea dessas drenagens ocorrem **Gleissolo Melânico** Tb Distrófico típico, A húmico, textura média (**GMd**).

Na região sudoeste do município, divisa com o município de Maracaí, no Córrego do Cateto, ocorre uma pequena porção de **Gleissolo Háptico** Tb Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa (**GXe**).

O Rio da Capivara e a Água da Mombuquinha, localizados ao norte do município; o Córrego do Jacu, o Córrego Cabiúna, a Água da Figueira, o Córrego do Matão e o Córrego do Pavão a sudeste; o Ribeirão da Fortuna (parte), e o Ribeirão do Cervo (parte) a sudoeste; nestas drenagens ocorre a associação de **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa + **Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico**, A moderado, textura muito argilosa + **Latossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa (**NVef2**).

Na região central do município, a sudoeste, o Ribeirão da Fortuna, o Córrego da Fortuninha e a Água do Baixadão estão assentados sobre **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa (**NVef1**).

Posicionados a sudoeste, o Córrego da Serraria e o Córrego do Cabral encontram-se sobre a associação de **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa + **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura argilosa (**NVef4**).

Na região central, a noroeste e a sudoeste a Água do Fortuninha (nascente), Água do Barreiro, Água da Lagoa, Água Bonita, Ribeirão das Antas, Água do Pinheiro ocorre a Associação de **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura arenosa/ média + **Argissolo Vermelho - Amarelo Eutrófico**, típico A moderado, textura arenosa/ média (**PVe2**).

A Água da Baixada, a Água da Cruz e a Água do Tanquinho, a nordeste do município assentam-se sobre **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico** típico, A moderado, textura média ou arenosa/ média (**PVAd**).

A nascente do Córrego do Matão, a sudeste, e o Córrego Paulistinha, a sudoeste, encontram-se sobre **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura média/ argilosa (**PVe1**).

Na região norte, central e sudeste do município localizam-se o Córrego Lembrado, a Água da Porca, a Água do Pavãozinho, o Córrego do Freire, entre outros, sobre o grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**).

- O Planalto muito baixo ligeiramente dissecado em cotas que variam de 460m a 500m, muitos solos estão próximos a drenagens, principalmente na região sul do município:
- **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa (**NVef1**).
- Associação de **Nitossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa + **Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico**, A moderado, textura muito argilosa + **Latossolo Vermelho Eutroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa (**NVef2**).
- **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico** típico, A moderado, textura média ou arenosa/ média (**PVAd**).
- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura argilosa (**LVd3**).
- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**).
Planalto Baixo Ligeiramente Dissecado – cotas entre 500m e 540m.

A região nordeste apresenta:

- **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico** típico, A moderado, textura média ou arenosa/ média (**PVAd**).

Nas regiões sudeste e sudoeste do município ocorrem os seguintes solos:

- **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura média/ argilosa (**PVe1**).
- Associação de **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura arenosa/ média + **Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico** típico, A moderado, textura arenosa/ média (**PVe2**).
- **Latossolo Vermelho Distroférico** típico, A moderado, textura muito argilosa (**LVdf1**).
- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média (**LVd2**).*
- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**).

Na região noroeste do município entre cotas de 500 a 540m ocorrem os seguintes solos em planaltos baixos ligeiramente dissecados:

- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**).
- **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura média/argilosa (**PVe1**).
- Associação de **Argissolo Vermelho Eutrófico** típico, A moderado, textura arenosa/média + **Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico** típico, A moderado, textura arenosa/ média (**PVe2**).

Na região norte e central do município, encontram-se os seguintes solos:

- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**). Planalto Médio Ligeiramente Dissecado (540 -580m).

Da região central do município para a região norte tem-se:

- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**).

A região sudoeste apresenta:

- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média (**LVd2**).

No Planalto Alto Ligeiramente Dissecado, com cotas acima de 580m ocorrem os solos:

- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, ambos A moderado (**LVd4**).

6.4 Discussão sobre os Solos do Município de Assis

De acordo com a Embrapa (SiBCS, 2006), solo pode ser definido como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, eventualmente têm sido modificados por interferência antrópica.

A partir da superfície, apresenta seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes que se distinguem do material de transformações de energia e matéria, que ocorrem ao longo do tempo e sob a influência dos fatores clima, organismos e relevo.

As alterações pedológicas de que são dotados os horizontes do solo revelam contraste com o substrato rochoso ou seu resíduo pouco alterado ou ainda com sedimentos de natureza diversa, expressando diferenciação pedológica em relação aos materiais preexistentes em função de processos pedogenéticos.

O limite superior do solo é a atmosfera. Os limites laterais são os contatos com corpos d'água superficiais, rochas, áreas com coberturas de materiais detríticos, aterros, entre outros. O limite inferior é difícil de ser definido, podendo passar para rocha dura ou materiais saprolíticos ou sedimentos que não apresentam sinais da influência de atividade biológica.

No Brasil, em condições de clima tropical úmido, foi arbitrariamente fixado em 200 cm o limite inferior do solo.

O material subjacente (não-solo) contrasta com o solo, pelo decréscimo nítido de constituintes orgânicos, decréscimo de alteração e decomposição dos constituintes minerais, enfim, pelo predomínio de propriedades mais relacionadas ao substrato rochoso ou ao material de origem não consolidado.

O corpo tridimensional que representa o solo é chamado de pedon. A face do pedon que vai da superfície ao contato com o material de origem, constituindo a unidade básica de estudo do Sistema Brasileiro de Classificação é o perfil do solo (SiBCS, 2006).

A alteração intempérica das rochas depende da natureza dos minerais constituintes, da textura e da estrutura.

Os minerais têm diferentes comportamentos frente ao intemperismo. Entre minerais silicáticos, de origem magmática, a olivina é o mineral mais suscetível à alteração, seguido pelos piroxênios, anfibólios, micas, plagioclásios e feldspatos alcalinos, que é o mineral comum mais resistente ao intemperismo, porém alterável em condições agressivas ou com tempo adequado.

Os perfis de alteração intempérica serão naturalmente enriquecidos dos minerais mais resistentes e desprovidos de minerais alteráveis (TOLEDO; OLIVEIRA; MELFI, 2001).

Em uma dada região, quanto maior a disponibilidade de água e mais freqüente for sua renovação, pela distribuição das chuvas, mais completas serão as reações químicas do intemperismo, ou seja, a intensidade do intemperismo aumenta com a pluviosidade, resultando em um solo com maior proporção de minerais secundários da fração argila.

As reações químicas do intemperismo ocorrem mais intensamente nos relevos, onde é possível boa infiltração da água, percolação por tempo suficiente para a consumação das reações de drenagem para lixiviação dos produtos solúveis. Com a repetição do processo, os componentes solúveis são eliminados e o perfil se aprofunda.

Os platôs de encostas suaves constituem o relevo ideal para o desenvolvimento de perfis de alteração profundos e evoluídos, formados por minerais secundários, normalmente óxidos/hidróxidos de ferro e alumínio e caulinita, de composição bastante diferente daqueles dos minerais primários e pobres em componentes potencialmente solúveis (TOLEDO; OLIVEIRA; MELFI, 2001).

O Brasil está quase que inteiramente situado sob domínio tropical úmido, possuindo uma variedade de solos, contudo, possui algumas características que são comuns à maioria deles, tais como: composição mineralógica simples (quartzo, caulinita, óxido e hidróxidos de ferro e hidróxido de alumínio – gibbsita); grande espessura; horizontes com coloração vermelha a amarelada e baixa fertilidade.

Para Toledo, Oliveira e Melfi (2001) predominam no Brasil uma cobertura pedológica que reflete de maneira acentuada o fator climático como preponderante para sua formação, aliado à estabilidade do embasamento que desde o final do Cretáceo, não sofreu grandes movimentações.

Todavia, estudos atuais têm mostrado que os movimentos tectônicos recentes (neotectônica), representam papel de destaque na evolução geomorfológica, erosão

e deposição de sedimentos e, conseqüentemente, na dinâmica da pedogênese (HASUI, 1990; RICCOMINI, 1992; HASUI et al., 1999; BORGES et al., 1998; RICCOMINI; ASSUMPÇÃO, 1999; LIMA, 2000; MORALES; HASUI, 2001; entre outros). Os movimentos tectônicos recentes em associação à epirogênese positiva (HASUI, 1990; ROSS, 2001; MARQUES NETO; VIADANA, 2006) tem possibilitado a erosão de solos, com diferentes graus de desenvolvimento, de áreas mais alçadas e a deposição em locais mais baixos e encostas das elevações. O transporte pode ser por água em sistema organizado ou não, pela gravidade, pelo vento ou pela combinação destes.

A maior parte do material transportado e depositado é oriunda de material desagregado, ou seja, solo com diferentes graus de desenvolvimento, que no caso da região sudeste, em função do clima e do movimento ascendente lento da Plataforma Sul-Americana, normalmente, é bem evoluído. Disto resulta que o sedimento apresenta características bem semelhantes às acima indicadas para definir solos (SiBCS, 2006), inclusive com matéria orgânica.

Ao analisar o Mapa de Solos do Município de Assis, observa-se que mais de 80% da área do município estão classificadas como solos da classe LATOSSOLOS.

A maior porcentagem ($\pm 70\%$) está classificada como:

- Grupamento indiferenciado de **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média e **Neossolo Quartzarênico Órtico** típico, A moderado, ocorrendo em regiões de relevo plano e suave ondulado (LVd4).

Os 20% restantes podem ser distribuídos entre quatro classes de solos:

- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura média (LVd2);
- **Latossolo Vermelho Distrófico** típico, A moderado, textura argilosa (LVd3);
- **Latossolo Vermelho Distroférrico** típico, A moderado, textura muito argilosa (LVdf1);
- **Latossolo Vermelho Eutroférrico** típico, A moderado, textura muito argilosa (LVef1).

Para a execução do projeto foram realizadas diversas atividades de campo no município, com coleta de amostras para ensaios de laboratório. Observou-se que na maioria da área correspondente ao município de Assis, o substrato é eminentemente arenoso (mais de 60%), contendo pequena porcentagem de matriz argilosa (menos de 10%), facilmente erosionáveis.

Além dessas características, foram encontrados em diversos afloramentos, tanto na região norte como na região sul do município a presença de fragmentos de carvão, indicando terem sido transportados juntamente com o material que o envolve. Este material inconsolidado, está disposto em discordância erosiva sobre substrato sedimentar ou magmático.

Se voltarmos ao conceito de LATOSSOLO (SiBCS, 2006), solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, resultantes de enérgicas transformações no material constitutivo, típicos de regiões tropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, normalmente em relevo plano e suave ondulado. Estes solos podem ser originados das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação, os mais diversos.

As observações de campo e os ensaios de laboratório demonstraram que ao contrário dos pressupostos teóricos, a maioria dos solos do município de Assis aparenta ser pouco evoluída. Porém, trata-se de derivados de rocha alteradas das formações Adamantina e Marília, com ou sem contribuição de produtos de alteração de rochas básicas da Formação Serra Geral e de coberturas sedimentares coluvionares e aluvionares cenozóicas mais antigas.

O resultado permite considerar que a maior parte da área do município de Assis é ocupada por coberturas de idade quaternária, não correspondendo assim à classe dos LATOSSOLOS típicos e sim a materiais com características mineralógicas e estruturais similares a este tipo de solo.

Considera-se de suma importância um trabalho integrado entre pedólogos, que se utilizam de conceitos/definições clássicas sobre a classificação de solos, e a geologia com as relações rocha-solo-relevo, resultando em um entendimento de que o solo, ou seja, um perfil de solo pode estar ligado à dinâmica da superfície da terra, não a um processo estático, em muitos casos não estabelecendo relação nenhuma com o substrato rochoso subjacente. A pedogênese atua de forma contínua sobre material inconsolidado, que pode estar em contínuo movimento lento. O solo é uma

parte importante deste planeta, continuamente gerado e continuamente destruído, ou seja, sofre interferência do clima, relevo, topografia e das condições físico-químicas reinantes.

O resultado da integração entre áreas afins permite, entre outros aspectos do conhecimento, o diagnóstico do meio natural, gerando subsídios para entre outras possibilidades, gerenciar a organização espacial do município de Assis.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Milani (1997) considera um hiato de 40 Ma entre o vulcanismo Serra Geral ocorrido na Bacia do Paraná, no Cretáceo Inferior (137-127 Ma), quando quantidades imensas de lavas basálticas cobriram esta depressão, influenciada pela ruptura do Gondwana e a abertura do Atlântico, no Jurássico-Cretáceo, e o início da deposição sedimentar neocretácea, que constitui o Grupo Bauru (79 Ma).

A bacia Bauru desenvolveu-se por uma lenta e contínua subsidência tectônica, na parte centro-sul da Plataforma Sul-Americana (FERNANDES; COIMBRA, 1994) associada ao progressivo alçamento das bordas, pelos altos tectônicos tais como a Antéclise de Rondonópolis, a noroeste; o Alto Paranaíba, a nordeste; Serra do Mar, a leste e o Arco de Ponta Grossa, a sudeste (FERNANDES; COIMBRA, 1996), propiciou o espaço de acomodação necessário para o recebimento do suprimento sedimentar (ZALÁN et al., 1990).

Na Bacia Bauru, do tipo continental interior, acumulou-se uma seqüência sedimentar essencialmente arenosa, da qual foram encontradas espessuras máximas preservadas de até 300 metros e área aflorante de 370.000Km². Esta seqüência sedimentar suprabasáltica tem por substrato rochas vulcânicas básicas, ácidas e alcalinas associadas da Formação Serra Geral (Cretáceo Inferior), da qual é separada por superfície erosiva regional, ocorrendo em parte ocidental do Estado de São Paulo; noroeste do Estado do Paraná; parte oriental do Mato Grosso do Sul; Triângulo Mineiro e sul de Goiás (FERNANDES, 1998).

Para Paula e Silva (2003) a configuração atual da Bacia Bauru no Estado de São Paulo representa a expressão morfológica do substrato basáltico, modelado pela ação conjunta de processos erosivos e tectônicos, atuantes desde então.

Do ponto de vista estrutural, elementos tectônicos lineares, orientados em três direções principais NW-SE, NE-SW e E-W, controlaram toda a sedimentação da Bacia do Paraná, com importantes reflexos de algumas estruturas no substrato basáltico, cujas movimentações verticais seriam responsáveis pelo controle dos depocentros e altos intrabaciais da Bacia Bauru (PAULA E SILVA, 2003).

Uma síntese sobre a neotectônica, morfogênese e sedimentação do Estado de São Paulo é apresentada por Morales (2005). O autor aponta os principais produtos geológicos resultantes da dinâmica interna da Terra em ambiente intraplaca. A morfotectônica foi montada com base em *trends* regionais de lineamentos e lineações de drenagens, acompanhadas de anomalias de relevos e de distribuição das coberturas sedimentares superficiais. Nos domínios da Bacia do Paraná e do Planalto Ocidental, foram reconhecidas direções NW-SE.

Com o auxílio de dados de 357 poços que atingiram o topo das rochas basálticas da Formação Serra Geral, Paula e Silva (2003) elaborou um mapa da configuração atual do substrato basáltico. Regionalmente a superfície basáltica apresenta caimento para oeste em direção à calha do Rio Paraná.

O autor reconheceu que no Estado de São Paulo a atual configuração do substrato basáltico, mostra uma bacia compartimentada em depressões, denominada por Paula e Silva (2003) de Presidente Bernardes; Dracena; Sud Menucci; Queiroz e Rio Preto e altos internos – Tanabi; Pereira Barreto e Paraguaçu Paulista, distinguindo-se dois embaciamentos principais:

- 1º embaciamento: orientação NE-SW; mergulho SW – separado por um alto estrutural interno com orientação NE-SW e mergulho SW;
- 2º embaciamento: orientação NE-SW; mergulho SW – separado por um alto estrutural interno com orientação NW-SE e mergulho NW;
- *Trend* preferencial NE-SW.

Grohmann et al. (2005) admitem que o mapa de contorno estrutural e morfométrico do topo do basalto elaborado por Paula e Silva (2003) represente uma

boa aproximação da paleotopografia regional, desde o início da deposição dos sedimentos do Grupo Bauru, permitindo inferências paleogeográficas e paleotectônicas. Os autores também elaboraram um mapa de contorno estrutural a partir de 350 dados de poços com a cota do topo do basalto, distribuídos uniformemente por uma área próxima a 100.000km², o mapa obtido é semelhante ao de Paula e Silva (2003).

As depressões de Sud Menucci, Dracena e Presidente Bernardes representam compartimentos rebaixados, separados por altos internos de direção N60W, embutidos em uma depressão maior de direção NE-SW, paralela ao curso do Rio Paraná, situada entre as cidades de Jales a nordeste e Mirante do Paranapanema a sudoeste.

Grohmann et al. (2005), a partir de dados de sondagens, permitiu considerar a depressão de Jales – Mirante do Paranapanema, como um gráben, podendo supor que a fase de instalação da Bacia Bauru esteve restrita a este gráben.

O município de Assis, localizado a 22°40'S e 50°25'W, segundo a concepção de Paula e Silva (2003); Paula e Silva, Chang e Caetano-Chang (2005), poderia inserir-se entre a Depressão de Presidente Bernardes, caracterizada por um embaciamento ovalado, limitado pelo Rio Paraná, a oeste; o prolongamento dos alinhamentos de Guapiara, a norte e São Jerônimo-Curiúva, ao sul e o Alto de Paraguaçu Paulista, feição estrutural com orientação NW-SE, aparece nos limites com o Rio Paranapanema e mergulha para NW, na direção do Rio Paraná, limita-se ao norte com a Depressão de Dracena e ao sul com a Depressão de Presidente Bernardes. Este alto estrutural representa a expressão morfológica da extremidade final do Alinhamento Guapiara (PAULA E SILVA, 2003; PAULA E SILVA, CHANG E CAETANO-CHANG, 2005).

Paula e Silva (2003) também estabelece o arcabouço estratigráfico de subsuperfície da seqüência neocretácea suprabasáltica, com a identificação de duas superfícies de descontinuidades regionais. Estas superfícies denominadas de S1 e S2 limitam sucessões sedimentares depositadas em um tempo específico, portanto estas superfícies manifestam um caráter cronoestratigráfico, constituindo-se em excelentes horizontes-guias para distinção e delimitação das unidades geofísicas e sua associação com unidades litoestratigráficas formais, em escala de bacia.

Com o levantamento geral que afetou os maciços antigos do Brasil, a Bacia do Paraná foi soerguida algumas centenas de metros, estabelecendo uma

hidrografia, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, superimposta e centrípeta, acima das formações areníticas do Grupo Bauru.

O município de Assis está dentro da porção denominada Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, onde ocorrem rochas mesozóicas da Bacia do Paraná, superimpostas por depósitos quaternários que representam a sedimentação em diversos compartimentos geomorfológicos da bacia e, testemunham importante hiato deposicional desde o final da era Mesozóica. Esses depósitos, agrupados como coluviais e aluviais, são correlativos de importantes fases de evolução geológica cenozóica que marcou a paisagem atual (SALLUN, 2007).

Admite-se que a forma atual do relevo brasileiro teve início no Cretáceo superior quando, após um aplainamento geral do continente, ocorre um soerguimento, iniciando-se assim, um ciclo denudacional.

No Terciário inferior (Paleoceno) o clima é árido, ocorre uma pediplanização do planalto central brasileiro, com a formação de uma superfície de denudação denominada Superfície Sul-Americana ou Pd3. A Superfície Sul – Americana é soerguida e reduzida a um planalto dissecado por diversas fases de erosão fluvial (FERREIRA, 2001).

Sucedendo a Superfície Sul-Americana, instala-se no Terciário Superior (Mioceno-Plioceno) a Superfície Velhas ou Pd2 (Oligoceno – Mioceno). No Quaternário, com as glaciações pleistocênicas, temos a instalação da chamada Superfície Paraguaçu (Pleistoceno) ou Pd1 (Plioceno Pleistoceno). Estas duas superfícies são marcadas pelo entalhamento e abertura de vales que dissecaram grande parte do planalto do ciclo Sul-Americano (FERREIRA, 2001).

Stevaux (1994) e Souza Filho e Stevau (1997), citados por Sallun (2007), com base em dados geológicos e geomorfológicos e a partir de palinófitos, vêm obtendo informações sobre o paleoclima na Bacia Hidrográfica do Alto Paraná, caracterizados por quatro eventos de mudanças paleoclimáticas descritos a seguir:

- Evento árido + antigo (40.000 anos AP a 20.000 anos AP) – ocorrem sedimentos com baixo teor de matéria orgânica e coloração avermelhada, predomínio de polens de gramíneas e alta frequência de grãos arenosos transportados pelo vento, devido à baixa densidade de cobertura vegetal sugere um clima mais seco que o atual. Provavelmente, somente a drenagem principal e os afluentes da bacia existiam;

- Evento úmido + antigo (8.000 anos AP a 3.500 anos AP), período marcado por melhoria climática generalizada (ótimo climático);
- Evento árido + recente (3.500 anos AP a 1.500 anos AP) – a atuação eólica teria originado campos de dunas localizados e a movimentação por rastejo da parte superior do solo;
- Evento úmido + recente (1.500 anos AP até hoje) – neste período a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná teria iniciado o aprofundamento do seu leito.

Sallun (2007) e Sallun, Suguio e Stevaux (2007) propõem a formalização das unidades estratigráficas quaternárias que ocorrem sobre rochas mesozóicas da Bacia do Paraná, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, por meio do cruzamento de dados obtidos em levantamentos de campo e técnicas de geoprocessamento, utilizando o Sistema de Informação Geográfica. Os autores identificaram características morfoestratigráficas desta unidade aloestratigráfica e suas relações com superfícies erosivas.

A unidade aloestratigráfica denominada Alogruppo Alto Rio Paraná foi cartografada regionalmente e subdividida em duas aloformações:

- Aloformação Paranaíba – é uma cobertura coluvionar composta de depósitos arenáceos e rudáceos superpostos às unidades litoestratigráficas cretáceas das superseqüências Bauru e Gondwana III (Formação Serra Geral) da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná.
- São depósitos homogêneos, maciços e exibem espessuras de 0,50m a 17m. As areias são muito finas a grossas e completamente inconsolidadas, formadas predominantemente por grãos monocristalinos de quartzo que exibem coloração avermelhada de óxidos e hidróxidos de ferro, que ocorrem impregnados aos grãos e como cimento.
- Os materiais constituintes desta unidade quaternária foram originados *in situ* ou com transporte restrito, a partir das unidades litoestratigráficas intemperizadas da Superseqüência Bauru.
- O limite superior da unidade Paranaíba, corresponde ao horizonte formado pela pedogênese atual. O limite inferior é representado pelo contato com as rochas mesozóicas da Bacia do Paraná, onde podem ocorrer camadas centimétricas

(2cm a 30cm) com concreções de ferricretes e de linhas-de-pedra, compostas por grânulos e seixos arredondados de quartzo, quartzito, arenito, ágata, calcedônia e ferricrete com até 5cm de eixo maior.

- Aloformação Paraná – é uma cobertura aluvionar.

Para Sallun, Suguio e Azevedo Sobrinho (2007), os sedimentos da Aloformação Paranaíba apresentam características texturais e mineralógicas, homogêneas e muito semelhantes às rochas do substrato, predominantemente constituído por rochas cretáceas da Superseqüência Bauru e basálticas Serra Geral (Superseqüência Gondwânica III). Semelhanças foram encontradas na região entre Marília e Presidente Prudente, no Estado de São Paulo (SALLUN; SUGUIO, 2006).

A variabilidade granulométrica entre a Aloformação Paranaíba e as rochas do substrato é explicada por Sallun, Suguio e Azevedo Sobrinho (2007) pelo enriquecimento de argila durante os processos pedogenéticos de iluviação da Aloformação.

Mineralogicamente os sedimentos da Aloformação Paranaíba caracterizam-se por altas maturidades composicionais e, nas frações de areia fina e muito fina, verificaram-se boas correlações com os conteúdos mineralógicos de arenitos da Superseqüência Bauru. A maioria das amostras é essencialmente composta por quartzo, embora o feldspato esteja presente em algumas amostras.

Minerais pesados como a estauroлита, de origem metamórfica, estão ausentes nas rochas do substrato nas mesmas localidades. Esta diferença mineralógica pode ser atribuída à eventual contribuição eólica com incorporação de minerais na Aloformação Paranaíba, a partir da Superseqüência Bauru, ou ter origem autigênica.

Sallun e Suguio (2007), concluem que os depósitos quaternários do Alogrupo Alto Rio Paraná são paleossolos alojados em diversos compartimentos geomorfológicos da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná e testemunha importante hiato deposicional desde o fim da Era Mesozóica, seguido de evento intempérico e relativa quietude tectônica.

Datações absolutas pelos métodos da TL (Termoluminescência) e LOE (Luminescência Ópticamente Estimulada) em sedimentos do Alogrupo Alto Rio Paraná, superpostos às rochas mesozóicas da Bacia do Paraná, indicam idades quaternárias.

As idades absolutas deposicionais da Aloformação Paranaíba pelos dois métodos resultou em: 6.200 ± 750 e 980.000 ± 100.000 anos AP.

Sallun e Suguio (2007) descrevem que amostras de diferentes profundidades, de depósitos coluviais da Aloformação Paranaíba, sugerem acreção vertical de camadas sucessivas, pois as idades aumentam da superfície (“topo”) para a base. Assim, as idades obtidas podem ser agrupadas para reconhecimento de diferentes gerações de colúvios. As distribuições espaciais desses depósitos com idades semelhantes, fornecem forte vinculação com seus níveis topográficos de ocorrência. Por outro lado, os valores de isótopos radioativos naturais sugerem que existiriam dois grupos de sedimentos de proveniências distintas.

As idades obtidas nos trabalhos de Sallun e Suguio (2006, 2007) e Tatumi et al. (2006) mostram que as atividades do Alogrupo Alto Rio Paraná iniciaram-se no mínimo há 1 milhão de anos e, possivelmente as fases mais importantes de colúviação estejam relacionadas a importantes mudanças paleoclimáticas globais do Pleistoceno.

As atividades de campo e laboratório realizadas no município de Assis e imediações possibilitaram identificar que o substrato geológico é constituído pelas formações Serra Geral e Adamantina, Aloformação Paranaíba, material formado por mistura da Aloformação Paranaíba e material de alteração de basaltos e aluviões. Também pode ser observado que solos desenvolvidos *in situ* sobre rochas basálticas são raros, sem mistura com material arenoso.

A Formação Serra Geral constitui o nível de base das principais drenagens e em todos os casos observados mostra ter sofrido erosão antes e posterior à deposição da Formação Adamantina. Em vários locais do município, em especial no extremo norte e ao sul, constatou-se que as drenagens estão escavando, pelo menos o penúltimo derrame constituído por esta unidade. Quanto à mineralogia, em relação à formação Serra Geral, chamou atenção a presença de barita preenchendo amídalas, constituindo fonte potencial de contaminação de água subterrânea, e a presença de opala no produto de alteração do basalto, em associação com caulinita, hematita e hidróxidos de ferro e alumínio.

Na área levantada a Formação Adamantina foi quase toda erodida, sendo detectada apenas em uma região isolada posicionada a oeste da cidade de Assis, com espessura máxima da ordem de 25 metros. A preservação aparenta estar relacionada a falhas normais ocorridas durante ou posteriormente a deposição do

Grupo Bauru. Esta formação é constituída por intercalações de bancos decimétricos a métricos de arenito fino com argilito e/ou lamito, normalmente com baixa anisotropia e com cores vermelhas, especialmente os mais argilosos. Aparecem também intercalações de leitos decimétricos de arenitos siltosos com cores creme a verde claro, com micro estratificação cruzada e laminação marcada por variação granulométrica, aparecendo lentes descontínuas de argila.

A fração fina é constituída basicamente por caulinita, illita/muscovita, hidróxidos de ferro e outros minerais que aparecem nas frações mais grossas, quartzo feldspatos, carbonato, micas (biotita e muscovita) e minerais pesados. Merece destaque a presença de plagioclásio cálcico, clinopiroxênio, agregados de argilominerais verde (clorita/nontronita) e calcedônia, indicando que a Formação Serra Geral, constitui uma das fontes para essa unidade. A presença de estauroлита, cianita, sillimanita e granada indica fonte primária com terrenos metamórficos posicionados no cristalino.

Ausência, por um lado de gibbsita e por outro de esmectita e paligorskita, associado à presença dominante de caulinita ao lado de illita e carbonato, sugere que o ambiente, na época da deposição, era árido a semi-árido, ou seja, bem menos drástico que na época da deposição da Formação Marília, onde havia paligorskita e fase mineral comum.

A Formação Marília apenas foi observada aflorando ao redor de 12 km a NNE do limite do município. O produto de intemperismo dessa unidade, com a remoção do carbonato e dos minerais mais instáveis, a exemplo, dos bancos arenosos da Formação Adamantina, da origem a material arenoso, friável, de alta porosidade com características semelhantes ao da Aloformação Paranavaí. Este aspecto em associação com a topografia e a evolução geomorfológica sugere que essas unidades sejam as principais fontes da aloformação na região. Cabe destacar, que no planalto de Echaporã, sobre a Formação Marília, aparece depósito aluvionar (cascalho), depositado após a remoção total do perfil pedogênico correspondente à Superfície Sul-Americana, sugerindo tratar-se de depósito cenozóico mais antigo que a Aloformação Paranavaí, que também deve ter fornecido material, em conjunto com a Formação Serra Geral, para a aloformação.

A Aloformação Paranavaí depositou-se após forte ciclo erosivo que removeu totalmente o Grupo Bauru e, em vários locais, pelo menos o derrame de topo da Formação Serra Geral. Atinge espessuras da ordem de 45 metros, como constatado

no poço perfurado no Campus da UNESP e ocupa a maior parte da área do município. Possuem aspecto maciço, às vezes, feições de bioturbação semelhantes às observadas nos bancos arenosos das formações Adamantina e Marília. São constituídos basicamente por areia fina e silte, onde a fração menor que 4 μ m dificilmente atinge 15% do peso, apesar de conter quantidade considerável de óxidos e hidróxidos de ferro. As linhas de seixo marcando descontinuidades são raras, bem como corpos lenticulares de cascalho. Este aspecto aparenta estar mais relacionado à carência de cascalho, nas áreas fontes, do que aos processos.

A distribuição granulométrica dessa unidade aparenta estar diretamente relacionada à distribuição granulométrica das áreas fontes e, a energia dos sistemas de transportes e deposição teria influência subordinada neste aspecto.

Em várias encostas voltadas para as principais drenagens, em especial na porção sul/sudeste, leste e noroeste aparecem solos vermelhos, relativamente argilosos, com características de Nitossolo Vermelho, porém, com quantidade significativa de areia fina e silte quartzoso, oriundos da aloformação ou Grupo Bauru.

Os aluviões não são expressivos, não estão associados a todas as drenagens, e em várias estão em fase de remoção, sugerindo mudança de nível de base recente e/ou alteração no fluxo por atividades antrópicas. Em vários pontos, observa-se o depósito aluvionar sendo coberto pelo coluvionar evidenciando a dinâmica do processo modelador do relevo.

A Aloformação Paranavaí, no município de Assis, não aparenta ser resultado direto do intemperismo de rochas do Grupo Bauru, com ou sem coluvionamento. O teor de argila da aloformação é menor que da unidade subjacente, por outro lado a Formação Adamantina, que aflora na área, exhibe bandamento métrico, com freqüentes bancos argilosos a lamíticos, estruturação que não foi percebida em nenhum dos afloramentos analisados. Este aspecto é reforçado pela constatação de que: na maioria dos afloramentos não foi observada a presença de litotipos associados ao Grupo Bauru entre a cobertura e os basaltos; a relação quartzo magnetita/ilmenita da cobertura é menor que da Formação Adamantina analisada; foram observadas lentes de cascalho dentro da cobertura, presença de drenagem organizada durante a deposição da cobertura, indicando origem fluvio-coluvionar.

As coberturas apresentam homogeneidade estrutural/textural e maturidade mineralógica, em função de ser proveniente de material previamente pedogenizado, de estar sujeito a intemperismo químico durante longo retrabalhamento e, também

em função da pedogênese atual. A variação composicional desse material é mais visível na horizontal, porém os estudos microscópicos indicam também variação na vertical, em especial em relação à quantidade e mesmo associação dos minerais pesados e presença de gibbsita. Dentre os minerais pesados o maior potencial para diferenciação está na quantidade de magnetita/ilmenita, goethita e granada. Os teores de zircão, turmalina e rutilo são mais constantes.

A gibbsita raramente ocorre em quantidade maior que 10% na fração menor que 4 μ m, aparece apenas como raros grumos na fração silte grosso e na maioria das amostras as difrações não detectaram a presença deste mineral. Este aspecto demonstra que o intemperismo químico não foi eficiente sobre o basalto e as demais áreas fontes, e mesmo sobre estes sedimentos, para gerar quantidade significativa de gibbsita. Outro aspecto que pode ser aventado a partir deste fato é que praticamente todo o perfil laterítico associado à Superfície Sul-Americana, foi removido das áreas fontes mais elevadas, antes do fornecimento de material para a cobertura. Este aspecto projeta idades quaternárias para esta unidade, suposição que encontra amparo nos dados geocronológicos de Sallun (2007).

A separação da cobertura em diferentes unidades não é fácil de ser realizada em função da pequena diferença composicional, todavia os estudos de campo e laboratório aventam que é possível, com base em estudos mineralógicos da fração argila e silte/areia fina, associado às análises granulométricas, morfológicas e geocronológicas (termoluminescência de quartzo, carbono 14). Porém, para tal, é necessário um bom adensamento de amostragem utilizando trados ou material coletado em furos para captação de água subterrânea.

Dessa forma, a maior parte da superfície do município é constituída por sedimentos recentes, pleistocênicos e mesmo holocênico, resultante de material pedogenizado em grau variado na área fonte, com leve pedogênese pós-deposição, aspecto que não está de acordo com os atuais mapas de solo, por colocarem que a maior parte do substrato é capeado por Latossolo Vermelho.

As coberturas arenosas apresentam baixo grau de coesão, alta porosidade, boa permeabilidade e são facilmente erodíveis e colapsíveis quando carregados e inundados (BONGIOVANNI, 1990). Quando compactados apresentam qualidades para aplicação na engenharia civil, como base de fundações e de pavimentos rodoviários.

Na região de Assis, em função da topografia suave, são poucos os ravinamentos e voçorocas presentes, porém, o equilíbrio é facilmente quebrado pela ação antrópica, tanto na área urbana como na rural, especialmente quando há interferência no fluxo natural da água superficial e subterrânea, em função de construções de casas, ruas, estradas, praças, barragens, atividades agropecuárias não planejadas e mal executadas, etc.

A porosidade alta associada à boa permeabilidade, às espessuras decamétricas e ao relevo de colinas amplas e suaves, fazem desta unidade como um bom aquífero livre; todavia a sua posição superficial o torna altamente vulnerável, merecendo cuidados especiais. A espessura decamétrica presente na área urbana, aliada à baixa consistência do material também representa problemas para as edificações.

7.1 Conclusões

A partir das discussões propostas e da análise do material pesquisado foi possível concluir que:

- No município de Assis, a Formação Serra Geral constitui o nível de base das principais drenagens que, no extremo norte e sul, estão escavando o penúltimo derrame desta unidade;
- A Formação Adamantina foi quase totalmente erodida, aparecendo somente na região centro-oeste do município, com espessuras máximas de 25m;
- Falhas normais ocorridas durante ou posteriormente à deposição do Grupo Bauru, podem estar relacionadas à preservação da Formação Adamantina;
- Ausência de gibbsita, esmectita e paligorskita, e presença dominante de caulinita, illita e carbonato sugerem clima árido a semi-árido na época da deposição da Formação Adamantina;
- Praticamente todo o município de Assis é recoberto pela Aloformação Paranavaí, cuja separação em duas unidades foi sugerida da seguinte forma: Unidade 1 –

ocorre na região centro-sul, com a presença acentuada de óxidos e hidróxidos de ferro dando coloração avermelhada aos materiais; e Unidade 2 – ocorre em quase a totalidade do município, coloração vermelho alaranjada a amarelo pálido, com menor presença de óxidos de ferro;

- Após ciclo erosivo que removeu totalmente o Grupo Bauru em vários locais, a Aloformação Paranaíba se depositou;
- A espessura desta aloformação é da ordem de 45 metros, constatado no poço perfurado na UNESP/ Assis;
- A Aloformação Paranaíba não aparenta ser resultado direto das rochas do Grupo Bauru, com ou sem coluviamento;
- O resultado da datação C^{14} em amostras de carvão resultou em : 7030 \pm 90(anos AP), para a amostra 9B (Aloformação Paranaíba – unidade 1) e
- 6300 \pm 120 (anos AP) para a amostra 19 (Aloformação Paranaíba – unidade 2).
- A maior parte do município está assentada sobre sedimentos recentes, aspecto que está em desacordo com os mapas de solos existentes para a região, que colocam o substrato capeado pela classe dos LATOSSOLOS VERMELHOS;
- Em várias encostas aparecem solos vermelhos, relativamente argilosos, característico de NITOSSOLO VERMELHO, porém com quantidades de areia fina e silte, oriundas da aloformação ou do Grupo Bauru;
- Os resultados obtidos até o momento indicam que é possível subdividir a cobertura em várias unidades de mapeamento, com base em distribuição granulométrica, teor de argila, cor e distribuição dos minerais, em especial teor de quartzo com crostas de óxidos/hidróxidos de ferro, teor de magnetita, de carvão detrítico, granada e de minerais instáveis. Para tal, é necessário aumentar significativamente a amostragem mediante gradagem.
- Desta forma, é possível separar os solos e colúvios mais recentes com características de Nitossolo Vermelho (terra roxa), com melhores características agrícolas, de outras coberturas recentes com ou sem fragmentos de carvão.
- Também, parece ser possível a discriminação das coberturas mais antigas com diferentes graus de contribuição de basaltos e das formações Adamantina e Marília. Neste último caso o teor de magnetita, o teor de argila, a presença ou

não de gibbsita, e a cor em função da pigmentação do quartzo aparentam ser importantes guias para a separação.

- A caracterização geológica do município de Assis contribuiu para atestar a expressão das coberturas cenozóicas existentes no oeste paulista, apresentando uma delimitação destas aloformações, que, dada a sua fragilidade a processos erosivos acelerados, apontam a necessidade de revisão dos mapeamentos e classificações de terrenos de acordo com a suscetibilidade à erosão tanto laminar quanto linear.
- Em continuidade a este projeto, tem-se como enfoque averiguar fatores pertinentes à ocupação desta região do Médio-Paranapanema, em particular o município de Assis, relacionados a aspectos do meio físico; tais como: potencial de poluição, com o controle de ocupação e uso das áreas de recarga dos aquíferos do município; monitoramento nas proximidades de fontes reais ou potenciais de poluição (aterro sanitário, lagoas de tratamento de efluentes); erosão urbana e rural.
- A cartografia em escala 1:50.000 pode ser estendida (confecção do mapa de unidades fisiográficas , ajustes no mapa geológico).

8. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. A geomorfologia do Estado de São Paulo. In: **Aspectos geográficos da Terra Bandeirante**. Rio de Janeiro: IBGE - Conselho Nacional de Geografia, 1954. 97p.

_____. Ritmo da epirogênese pós-cretácea e setores das superfícies neogênicas em São Paulo. **Geomorfologia** - Instituto de Geografia/USP, São Paulo, n. 13, p. 1-20, 1969.

ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim de Geologia do Estado de São Paulo - IGC**, n. 41, p. 169-263, 1964.

ALMEIDA, F. F. M. de; BARBOSA, O. **Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: DNPM, 1953. 96p. (Boletim 143).

ALMEIDA, M. A. de. et al. Geologia do oeste paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriú. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, n. 5, 1980. p. 2799-2812.

ARAÚJO FILHO, J. R. de; AB'SABER, A. N. A região de Marília: notas geomorfológicas. **Geomorfologia** - Instituto de Geografia/USP, São Paulo, n. 14, p. 1-6, 1969.

BAKER, C. L. The lava field of the Parana Basin, South America. **Geology**, Chicago, v. 31, n. 1, p. 69-79, 1923.

BARISON, M. R. **Estudo hidrogeoquímico da porção meridional do sistema aquífero Bauru no Estado de São Paulo**. 2003. 153f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BATEZELLI, A. et al. Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru, estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1999. p. 195-200.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 2003. v. 3. 1435p.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. da. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 16-17, p. 117-151, 1965.

BOGNOLA, I. A. et al. **Levantamento pedológico semi-detalhado da região do governo de Assis**. Escala 1:50.000, Campinas: IAC/CIERGA/IGC, 1990.

_____. **Carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo**. Folha de Assis (SF-22-Z-A-V), escala 1:100.000. Campinas: IAC, 1996.

BOIN, M. N.; ZAVATINI, J. A.; MENDES, I. A. Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise aplicada. **Geografia**, Rio Claro, v. 27, n. 1, p. 95-118, 2002.

BONGIOVANNI, S. **Uma abordagem de geologia de engenharia ao cenozóico da região de Paraguaçu Paulista**. 1990. 102f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.

BORGES, M. S. et al. Compartimentação Neotectônica do Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1998. p. 74.

CABRAL JR., M. et al. Potencial mineral da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 1., 1990, Rio Claro. **Boletim de Resumos**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. p. 65-67.

CAMPOS, J. E. et al. Contorno estrutural do topo da Formação Serra Geral (Bacia do Paraná – Estado de São Paulo). **Geociências**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 63-73, 1992.

CAMPOS, L. F. G. **Reconhecimento da zona compreendida entre Bauru e Itaperuna, E. F. Noroeste do Brasil**. [s.l.]: Typographia Ideal, 1905. 40p.

CASTRO, J. et al. Arcabouço estratigráfico do Grupo Bauru no oeste paulista. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 5., 1999, Serra Negra. **Anais...** Serra Negra, 1999. p. 509-515.

CESP/IPT – Companhia de Energia de São Paulo. **Mapa Geológico Integrado Bloco 44**, Folha Marília SF-22-Z-A, escala 1:250.000. Paulipetro – Consórcio CESP/IPT, 1983. [inédito].

CPTI - Cooperativa de Serviços, Pesquisas Tecnológicas e Industriais. **Diagnóstico da situação dos Recursos Hídricos da UGRH 17 – Médio – Paranapanema**: Relatório Zero. São Paulo, 1999. 1 CD-ROM.

COUTINHO, J. M. V. G. et al. Lavas alcalinas analcímicas associadas ao Grupo Bauru (Kb) no Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA, 5., 1982, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: Servicio Geológico Nacional, 1982. v. 2, p. 185-195.

DAEE/UNESP - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, Folha Marília SF-22-Z-A, escala 1:250.000, DAEE/UNESP, 1981.

DE MARTONE, E. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano V, n. 4, p. 523-550, out./dez. 1943.

DEFFONTAINES, P. Regiões e paisagens do Estado de São Paulo. Primeiro Esboço de Divisão Regional. **Geografia**, São Paulo, v.1, n. 2, 1935.

ETCHEBEHERE, M. L. de C. **Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista**: implicações estratigráficas e tectônicas. Rio Claro, 2000. Tese (Doutorado em Geologia Regional), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000. 2v.

ETCHEBEHERE, M. L. de C.; SAAD, A. R.; CASADO, F. da C. Análise morfoestrutural aplicada no vale do rio do Peixe (SP): uma contribuição ao estudo da neotectônica e da morfogênese do planalto ocidental paulista. **Geociências - Revista da Universidade de Guarulhos**, Guarulhos, v. X, n. 6, p. 45-62, dez. 2005.

FERNANDES, L. A. **A cobertura cretácica suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP)**: os grupos Bauru e Caiuá. São Paulo, 1992. 129f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

_____. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks Brasil)**. São Paulo, 1998. 216f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 2, p. 195-205, 1996.

_____. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 3, p. 164-176, 1994.

_____. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 4, p. 717-728, dez. 2000.

FERREIRA, M. F. M. Geomorfologia e Análise Morfotectônica do Alto Vale do Sapucaí – Pouso Alegre (MG). 2001. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

FREITAS, R. O. Geologia e Petrologia da Formação Caiuá no Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 50, 1973. 122p.

_____. Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru, São Paulo. **Boletim da FFCL/USP**, n. 194, p. 1-185, 1955. (Geologia, 14).

FÚLFARO, V. J. O cenozóico da bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1979. p. 231-241.

FÚLFARO, V. J.; BARCELOS, J. H. A tectônica pós-deposicional e a reconstituição paleogeográfica: o exemplo no Grupo Bauru. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2., 1992, Rio Claro. **Resumos Expandidos...** Rio Claro: UNESP, 1992. p. 132-133.

_____. Fase rifte na Bacia Sedimentar do Paraná: a Formação Caiuá. **Geociências**, v. 12, n. 1, p. 33-45, 1993.

FÚLFARO, V. J.; BJORNBERG, A. J. S. Geologia. In: CINTRA, J. C. A.; ALBIERO, J. H. (Eds.). **Solos do interior de São Paulo**. São Paulo: ABMS/USP, 1993. p. 1-42.

FÚLFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. de J. A Bacia Bauru: estado da arte. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4., 1996, Águas de São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1996. p. 297-303.

FÚLFARO, V. J.; SUGUIO, K. O cenozóico paulista: gênese e idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBG, 1974. v. 3, p. 91-102.

FÚLFARO, V. J. et al. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 590-610, 1982.

GODOY, D. F. de et al. Reconhecimento da tectônica mesozóica – cenozóica na em apatitas no domo de pitanga (sudoeste de Rio Claro, SP). **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, p.151-164, 2006.

GODOY, M. C. T. F. de. **Mapeamento geotécnico preliminar da região urbana de Presidente Prudente – SP (escala 1/25.000)**. 1989. 108f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989.

GROHMANN, C. H. et al. Compartimentação tectônica da Bacia Bauru no centro – oeste do Estado de São Paulo, Curitiba-PR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, X; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECTONICS, 4., 2005, Curitiba. **Boletim de resumos expandidos**. Curitiba: SBG-Núcleo PR, 2005. p. 25-27.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, 1., 1990, Belo Horizonte. **Boletim...** Belo Horizonte: SBG-Núcleo MG, 1990. p. 1-31.

HASUI, Y. et al. Compartimentação neotectônica do lineamento Paranapanema. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS – SNET, 7., 1999, Lençóis, BA. **Atas...** Lençóis-BA: SBG-Núcleo BA, 1999. Sessão 4, p. 37-39.

HUENE, F. V. Carta de F. Von Huene ao Dr. Eusébio de Oliveira. **Mineração e Metalurgia**, v. 4, n. 22, p. 190, 1939.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Folha Topográfica – Assis – SF-22-ZA-V-1**, escala 1:50.000, 1975.

_____. **Folha Topográfica – Lutécia – SF-22-Z-A-II-3**, escala 1:50.000, 1974.

_____. **Folha Topográfica – Maracaí – SF-22 – Z-A-IV-2**, escala 1:50.000, 1992.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**, escala 1: 1.000.000. 2v. 1981b.

_____. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**, escala 1:500.000. 2v. 1981a.

_____. **Carta geotécnica do Estado de São Paulo**, escala 1:500.000. 1994. (Publicação IPT2089).

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Monitoreo de las actividades antropicas para la evolución de la capacidad de soporte del médio físico: diagnostico – prognostico. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE RIESGO GEOLOGICO URBANO., 1992, Pereira. **Anais...** Pereira: [s.n.], 1992. v. 1.

JIMÈNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da Folha de São José de Mipibu, RN. **Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 481-191, 1993.

JIMÈNEZ-RUEDA, J. R. et al. A pedostratigrafia na compartimentação morfotectônica e no registro da evolução neotectônica do lineamento Paranapanema. In: SIMPOSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, X; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECTONICS, 4., 2005, Curitiba. **Boletim de resumos expandidos**. Curitiba: SBG-Núcleo PR, 2005. p. 198-201.

JOINHAS, L. A. **Proposta evolutiva da paisagem no extremo sudoeste do Estado de São Paulo**. 2002. 127f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

KING, L. C. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 147-265, abr.-jun. 1956.

LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C. Estratigrafia da Formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Ouro Preto. **Anais...** São Paulo: SBG, 1976. p. 195-206.

LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C.; FÚLFARO, V. J. Cenozoic deposits in South-Central Brazil and the engineering geology. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 2., 1974, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IAEG, 1974. v.1, tema III. p. 11.1-11.7.

LIMA, C. C. U. O Neotectonismo na Costa do Sudeste e do Nordeste Brasileiro. **Ciência e Tecnologia**, Piracicaba, v. 8, n. 15, p. 91-101, 2000.

MANZINI, F. F. **Redefinição da Formação Marília em seu local tipo: estratigrafia, ambiente de sedimentação e paleogeografia**. 1999. 120f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

MARQUES NETO, R.; VIADANA, A. G. Contribuição ao estudo da evolução paleoclimática e morfotectônica nos terrenos cristalinos do sudeste brasileiro: a bacia do ribeirão Cantagalo (São Thomé das Letras, MG). In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNESP, VI., 2006, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 2006. p. 570-591.

MEAULO, F. **Caracterização geológica, hidrogeológica e o mapeamento da vulnerabilidade natural à poluição dos aquíferos, na escala 1: 25.000, das áreas urbana e de expansão do município de Araraquara (SP)**. 2007. 113f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

MEAULO, F. **Vulnerabilidade natural à poluição dos recursos hídricos subterrâneos da área de Araraquara (SP)**. 2004. 108f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

MELO, A. C. G. de; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamento de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 149-154, ago. 2006.

MELO, M. S. de. **A Formação Rio Claro e depósitos associados: sedimentação neocenozóica na Depressão Periférica Paulista**. 1995. 144f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MELO, M. S. de; PONÇANO, W. L. **Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1983. 75p. (Publicação IPT, n. 1394 - Série Monografias, 9).

MELO, M. S. de et al. **Processos e produtos morfogenéticos continentais**. Quaternário do Brasil: Souza Ed.; Ribeirão Preto: Holos, 2005. 382p.

MEZZALIRA, S. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do Arenito Bauru. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, n. 51, p. 1-163, 1974.

MEZZALIRA, S.; ARRUDA, M. R. de. Observações geológicas na região do pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p. 69-77, 1965.

MILANI, E. J. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: MANTESSO NETO, V. et al. (Org.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 265-280.

_____. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. 1997. 255 f. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997. 2v.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias paleozóicas do domínio sul-oriental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 473-484, 1998.

MONBEIG, P. Os problemas da divisão regional de São Paulo. In: **Aspectos geográficos da terra bandeirante**. Rio de Janeiro: IBGE - Conselho Nacional de Geografia, 1954. p. 181-207.

MONTEIRO, R. C. **Estimativa espaço-temporal da superfície potenciométrica do sistema aquífero Guarani na cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil**. 2003. 212f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

MORAES REGO, L. F. A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. **Boletim do Serviço Geol. Miner**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 1-110, 1930.

_____. As formações cenozóicas de São Paulo. **Anuário Escola Polyt**, São Paulo, n. 2, p. 231-267, 1933.

MORALES, N.; HASUI, Y. Neotectônica e compartimentação neotectônica da Região Sudeste e importância. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, p. 4-5, mar. 2001.

MORALES, N. **Neotectônica em ambientes intraplaca: exemplos da região sudeste do Brasil**. 2005. 201f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

NARDY, A. J. R. et al. Determinação de elementos maiores e menores em rochas silicáticas por espectrometria de fluorescência de Raios-X: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 6., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: SBGeoquímica, 1997. v. 2, p. 346-348.

OLIVEIRA, J. B. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. **Boletim Científico IAC**, Campinas, n. 45, p. 1-110, 1999.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. Campinas: Embrapa/IAC, 1999a.

_____. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo - legenda expandida**. Campinas: Embrapa/IAC, 1999b. 64p.

PAULA E SILVA, F. **Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru em São Paulo**. 2003. 166f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

PAULA E SILVA, F.; CAVAGUTI, N. Nova caracterização estratigráfica e tectônica do mesozóico na cidade de Bauru-SP. **Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 83-99, 1994.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 77-88, mar. 2005.

_____. Perfis de referência do Grupo Bauru (K) no estado de São Paulo. **Geociências**, Rio Claro, v. 22 (n. especial), p. 21-32, 2003.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSP, 1983. 631p.

PONÇANO, W. L. et al. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo: Publicação SICCT - Pró-Minério - IPT, 1981. v. 1.

PRADO, H. do. **Os solos do Estado de São Paulo**: mapas pedológicos. Piracicaba: [s.n.], 1997. 205p.

_____. **Solos do Brasil**: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 275p.

RICCOMINI, C. Some remarks on neotectonic movements in southeastern Brazil. In: LACERDA, L. D. et al. (Eds.). **Paleoclimatic changes and the carbon cycle**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1992. p. 73-79.

_____. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 153-162, 1997.

_____. **Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas**. 1995. 100f. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

RICCOMINI, C.; ASSUMPÇÃO, M. Quaternary tectonics in Brazil. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 221-225, 1999.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. In: MANTESSO NETO, V. et al. (Org.): **Geologia do Continente Sul-Americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 383-405.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2001. 552p.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: USP/IPT/FAPESP, 1997. 2v.

ROSSI, M. et al. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**: Quadrícula Maracaí. Escala 1:100.000. Campinas: IAC/IGC, 2000.

SALLUN, A. E. M. **Aloformação Paranavaí**: depósitos coluviais quaternários da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). 2007. 176f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

_____. **Depósitos cenozóicos da região entre Marília e Presidente Prudente (SP)**. 2003. 171f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Depósitos quaternários da região entre Marília e Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 385-395, set. 2006.

_____. Datação absoluta por luminescência do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista do Instituto Geológico**, 2007. [no prelo].

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; AZEVEDO SOBRINHO, J. M. Sedimentologia da Aloformação Paranavaí, Bacia hidrográfica do Alto Rio Paraná (SP, PR, MS). **Pesquisa em Geociências**, 2007. [no prelo].

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; SALLUN FILHO, W. Geoprocessamento para cartografia do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 53/03, p. 289-299, dez. 2007.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; STEVAUX, J. C. Proposição formal do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Geologia USP - Série Científica**, v. 7, n. 2, p. 49-70, 2007.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – Perfil Municipal do município de Assis. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 14 jul. 2008.

SETZER, J. **Os solos da noroeste**. São Paulo: Secretaria da Agricultura Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, 1943. 16p.

SHIMBO, J. Z. **Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária**. Estudo de caso: assentamento rural Pirituba II (SP). 2006. 154f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SiBCS - **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in South Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48 (supl.), p. 313-324, 1976.

SOARES, P. C. et al. Geologia da região sudoeste do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Boletim de Resumos**. Rio Claro: SBG-Núcleo SP, 1979. p. 307-319.

_____. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 177-185, 1980.

SOUSA, M. S.; SCOPEL, I.; CABRAL, J. B. P. Aspectos geomorfológicos como subsídios ao planejamento do uso da terra em área do município de Jataí-GO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, X., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: GEO/UERJ, 2003. p. 1274-1283.

SOUZA, I. de A. **Mudança no canal do rio Paraná durante o Holoceno**. 1999. 112f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

STEIN, D. P. et al. Geologia das partes dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Atas...** São Paulo, SBG-Núcleo SP, 1979. n. 2, p. 291-306.

SUAREZ, J. M. A localização das cidades no extremo oeste do Estado de São Paulo (Brasil) e seus problemas. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, III., 1991, Toluca, México. **Memória**. Toluca, Mexico: [s.n.], 1991. v. 4, p. 323-336.

_____. Contribuição à geologia do extremo oeste do estado de São Paulo – parte 2. **Boletim de Geografia**, v. 34, n. 248, p. 119-155, 1976.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 122p.

_____. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e divisões estratigráficas do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES. 1980, São Paulo. **Coletânea de trabalhos e debates**. São Paulo: SBG-Núcleo SP, 1980. Publicação Especial, n. 7, p. 15-30.

_____. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)**. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999. 366p.

SUGUIO, K. et al. Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., 1977, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG-Núcleo SP, 1977. p. 231-244.

TATUMI, S. H. et al. Luminescence dating of Quaternary deposits in geology in Brazil. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 119, n. 1-4, p. 462-469, 2006.

TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B. de; MELFI, A. J. Intemperismo e formação do solo. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. cap. 8, p. 139-166.

WASHBURNE, C. W. **Petroleum geology of the São Paulo, Brazil**. [s.l.]: Comissão Geográfica e Geológica, 1930. 282p.

WHITE, I. C. **Relatório final da comissão de estudos das minas de pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1908.

ZALÁN, P. V. et al. Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba, SBG-Núcleo PR, 1987. p. 441-477.

_____. Bacia do Paraná. In: RAJA GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. (Coords.). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1990. p. 135-168.

9. APÊNDICES

9.1 Apêndice A - Afloramentos

PONTO	Coordenadas UTM UTM (E -O) UTM (N -S) Datum: Córrego Alegre		Unidade litoestratigráfica	Localização	Análise granulométrica	Petrografia	Análise Química elementos maiores	Análise Química elementos menores	DRX
1	565009	7500276	cobertura	SP-333 rodovia Rachid Rayes	X	X	X		x
2	566523	7501864	Formação Serra Geral	SP-333 rodovia Rachid Rayes	X	X	X		x
3	569050	7504539	Cobertura/Serra Geral	SP-333 rodovia Rachid Rayes					
4	570830	7506396	cobertura	SP-333 rodovia Rachid Rayes	X	X	X		x
5	572991	7508683	cobertura	SP-333 rodovia Rachid Rayes			X		x
6	576442	7512314	cobertura	SP-333 rodovia Rachid Rayes	X		X		x
7	580737	7518195	cobertura	SP-333 rodovia Rachid Rayes					
8	557536	7493790	Formação Adamantina	Avenida Mário de Vito - Assis	x	X	X		x
9	549822	7489834	cobertura	SP-333 rodovia Miguel Jubran	X	X	X	X	x
10	543990	7485223	Formação Serra Geral	SP-333 rodovia Miguel Jubran					
11	554107	7493211	Formação Adamantina	SP-333 trevo de acesso a Assis	X	X	X		x
12	561071	7492616	Formação Serra Geral	Estância Lago Azul - Assis		X			
13	552093	7500233	Formação Serra Geral	SP-284 rodovia Manílio Gobbi					
14	563004	7493330	F. Serra Geral	Água do Matão					
15	564426	7494656	Cobertura/Serra Geral	SP-270 rodovia Raposo Tavares	X	X	X	X	x

PONTO	Coordenadas UTM UTM (E -O) UTM (N -S) Datum: Córrego Alegre		Unidade litoestratigráfica	Localização	Análise granulométrica	Petrografia	Análise Química elementos maiores	Análise Química elementos menores	DRX
16	546600	7497500	Formação Adamantina	SP-270 rodovia Raposo Tavares Km462 (Maracáí- Assis)	X	X	X		x
17	546323	7497445	Cobertura/Serra Geral	SP-270 rodovia Raposo Tavares Km458 (Maracáí - Assis)	X	X	X		x
18	561592	7498541	cobertura	Ass-010 rodovia Manoel Fernandes					
19	561796	7499687	Cobertura	Ass-010 rodovia Manoel Fernandes	X		X		x
20	562935	7505659	cobertura	Ass-010 rodovia Manoel Fernandes	X	X	X		x
21	560656	7490852	F. Serra Geral	SP-442 rodovia Benedito Pires	X				
22	556892	7499408	cobertura	Ass-070 represa SABESP					
23	556640	7499592	cobertura	Ass-070 ponte rio Cervo					
24	556130	7500627	cobertura	Ass-070 capela bairro Cervinho					
25	555740	7500627	cobertura	Ass-070					
26	556158	7505734	F. Serra Geral	Ass-070 ponte Água das Antas					
27	556828	7508181	F. Serra Geral	Ass-070 ponte Água Bonita					
28	558787	7503828	F. Serra Geral	Vicinal, próxima à Água das Antas					
29	567971	7504424	Cobertura/Serra Geral	SP-333 limite Assis/Platina					

PONTO	Coordenadas UTM UTM (E -O) UTM (N -S) Datum: Córrego Alegre		Unidade litoestratigráfica	Localização	Análise Granulométrica	Petrografia	Análise Química elementos maiores	Análise Química elementos menores	DRX
30	570320	7505905	Cobertura/Serra Geral	SP-333 limite Platina/Assis					
31	570842	7506435	cobertura	SP-333 limite Assis/Echaporã					
32	551977	7501867	Cobertura/Serra Geral	SP-284 limite Assis/P. Paulista					
33	569399	7491884	F. Serra Geral	SP-270 limite Assis/C.Mota					
34	562246	7495204	cobertura	Nascente Pavãozinho					
35	562316	7495215	cobertura	SABESP					
36	562276	7495238	cobertura	Estação elevatória esgoto INOCOOP					
37	561845	7495138	cobertura	Saída água pluvial - Pavãozinho					
38	570132	7496208	F. Serra Geral	Ass-020 limite Assis/Platina					
39	565233	7495643	F. Serra Geral	Ass-020 Água do Pavão					
40	564155	7495527	F. Serra Geral	Ass-020 Água do Pavãozinho					
41	562850	7495527	F.Serra Geral/cobertura	SP-270 Água do Pavãozinho					
42	561250	7489335	F. Serra Geral	SP-442 limite Assis/C. Mota					
43	559741	7492074	F. Serra Geral	Ass-035 estação elevatória esgoto São João - SABESP					
44	556468	7491241	cobertura	Ass-040 córrego do Freire					

PONTO	Coordenadas UTM UTM (E -O) UTM (N -S) Datum: Córrego Alegre		Unidade litoestratigráfica	Localização	Análise Granulométrica	Petrografia	Análise Química elementos maiores	Análise Química elementos menores	DRX
45	558644	7491878	cobertura	Jardim 3 Américas					
46	558449	7491609	cobertura	Ass-455 estrada Água da Figueira					
47	558048	7491981	cobertura	Jardim 3 Américas					
48	558215	7491871	Cobertura/F.Adamantina	Boçoroca jardim 3 Américas	X	X			
49	557049	7491668	cobertura	SABESP – Nova Assis					
50	555736	7492036	F. Serra Geral	ETE - Fortuninha					
51	555460	7492001	F. Serra Geral	Ribeirão da Fortuna					
52	564989	7511753	Cobertura/Serra Geral	Ass-010 rodovia Manoel Fernandes	X	X			
53	564822	7515064	F. Serra Geral	Ass-010 limite Assis/Lutécia					
54	563516	7512481	cobertura	Vicinal acima do Córrego Lembrado	X	X			x
55	560085	7516229	F. Serra Geral	Córrego Mombuquinha					
56	559453	7516938	cobertura	Fora do município					
57	556561	7499737	Formação Adamantina	Ass-070 acima da ponte do Cervo	X	X	X	X	x
58	558664	7506823	F. Serra Geral	Pedreira do Ambrósio					
59	558422	7507756	F. Serra Geral	Água do Capão Bonito					
60	557780	7510214	cobertura	Fora do município	X	X			
61	561022	7505858	cobertura	Entrada aterro sanitário	X	X			

PONTO	Coordenadas UTM UTM (E -O) UTM (N -S) Datum: Córrego Alegre	Unidade litoestratigráfica	Localização	Análise Granulométrica	Petrografia	Análise Química elementos maiores	Análise Química elementos menores	DRX
62	555900 7491999	F. Serra Geral	Antes da ponte da Água do Fortuninha					
63	560335 7496489	cobertura	SP-270 Água da Porca					
64	564471 7490574	F. Serra Geral	Limite Assis/ C.Mota (estrada do Matão)					
65	564300 7493210	F. Serra Geral	Vicinal entre Água do Matão e Bairro Cabiúna					
66	561746 7488705	F. Serra Geral	Ponte córrego do Jacu					
67	557760 7495188	Cobertura/F.Adamantina	FCL - UNESP	X	X	X	X	
68	550135 7491657	F. Serra Geral						
69	549855 7492869	F. Serra Geral						
70	549025 7492822	F. Serra Geral						
71	549710 7492879	F. Serra Geral	Ponte Água do Cabral					
72	549857 7494230	F. Serra Geral	Escola Estadual Água do Cabral					
73	548647 7494400	F. Serra Geral						
74	548422 7494444	F. Serra Geral	Ponte Água da Serraria					
75	547814 7495099	F. Serra Geral	Ponte Ribeirão da Fortuna					
76	547797 7496024	F. Serra Geral	Ped. Fortuna					
77	544565 7496171	F. Serra Geral/cobertura	Entroncamento vicinais					

PONTO	Coordenadas UTM UTM (E -O) UTM (N -S) Datum: Córrego Alegre	Unidade litoestratigráfica	Localização	Análise Granulométrica	Petrografia	Análise Química elementos maiores	Análise Química elementos menores	DRX
78	544542 7496344	F. Serra Geral	Ponte Ribeirão da Fortuna					
79	544275 7497601	Cobertura/F. Serra Geral	Vicinal X SP-270					
80	554329 7496277	cobertura	Vicinal após o condomínio Esmeralda Park					

9.2 Apêndice B - Análise Granulométrica

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA – Aloformação Paranavaí – unidade 1

Amostra	Areia grossa >495 mm	Areia média 495 -175 mm	Areia Fina 175 – 62 mm	Silte 62 – 4 mm	Argila < 4 mm
9	< 1%	17%	45%	36%	2%
9 A	< 1%	18%	50%	24%	8%
9 B	<1%	19%	50%	20%	10%
9 C	<1%	18%	49%	20%	12%
9 D	1%	19%	51%	18%	11%
9 E	1%	23%	49%	18%	9%
9 F	1%	22%	48%	17%	12%
15	< 1%	20%	41%	39%	< 1%
15 A	<1%	21%	51%	15%	12%
15 B	< 1%	20%	51%	21%	8%
15 C	<1%	22%	51%	18%	9%
15 D	< 1%	22%	50%	19%	8%
15 E	1%	28%	46%	14%	11%

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA – Aloformação Paranavaí – unidade 2

Amostra	Areia grossa >495 mm	Areia média 495 -175 mm	Areia Fina 175 – 62 mm	Silte 62 – 4 mm	Argila < 4 mm
1	2%	29%	45%	24%	0%
19	<1%	35%	37%	17%	11%
20	3%	43%	27%	28%	<1%
52	2%	33%	41%	17%	8%
54 A	2%	41%	42%	8%	7%
54 B	2%	43%	37%	10%	8%
61	< 1%	28%	47%	13%	11%
61 A	< 1%	10%	31%	40%	18%
61 B	9%	10%	24%	56%	1%
67 (6-8m)	4%	33%	43%	11%	9%
67 (8-10)	2%	31%	45%	16%	6%
67 (10-12)	2%	30%	44%	20%	4%
67 (12-14)	2%	31%	45%	11%	11%
67 (16-18)	1%	30%	43%	13%	13%
67 (18-20)	<1%	24%	57%	12%	7%
67(20-22)	2%	29%	52%	8%	9%
67(22-24)	1%	27%	51%	7%	14%
67(26-28)	2%	33%	35%	26%	4%
67(30-32)	9%	45%	32%	6%	8%
67(32-34)	8%	46%	32%	7%	7%
67(34-36)	7%	48%	31%	4%	9%
67(44-46)	5%	54%	22%	4%	15%

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA – FORMAÇÃO ADAMANTINA

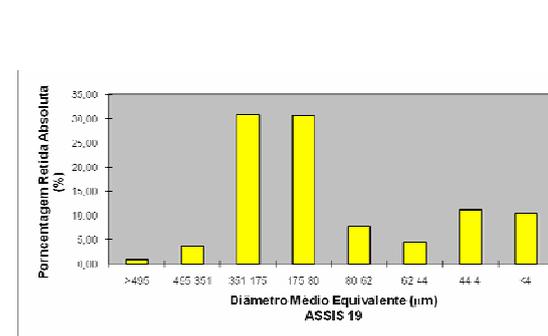
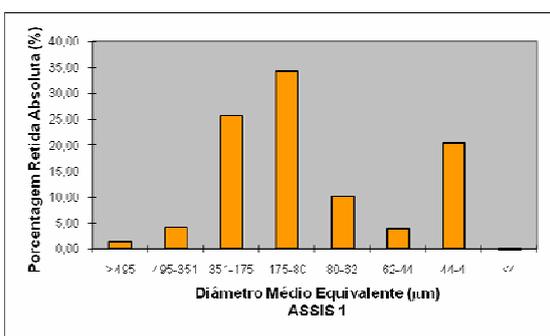
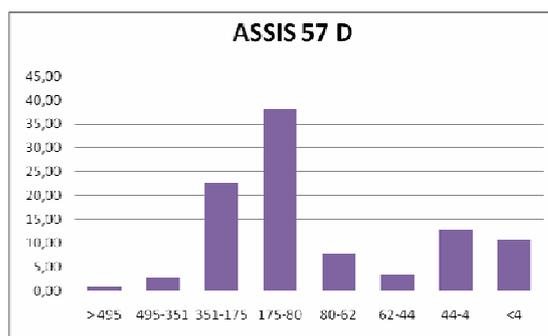
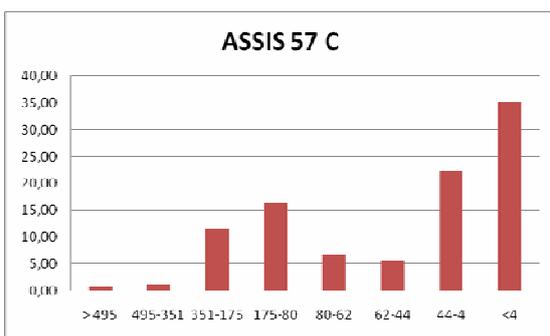
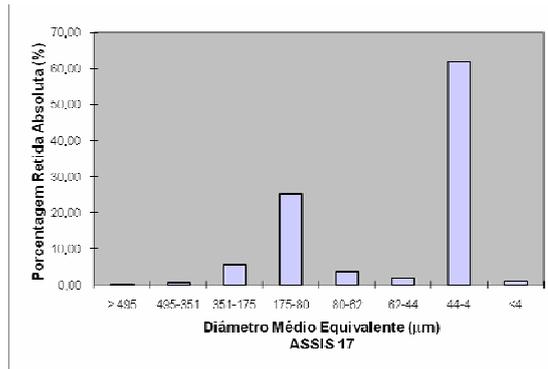
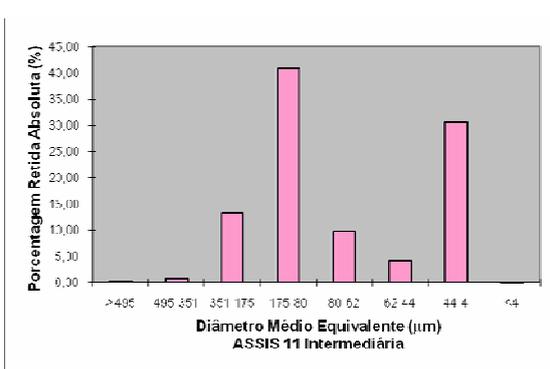
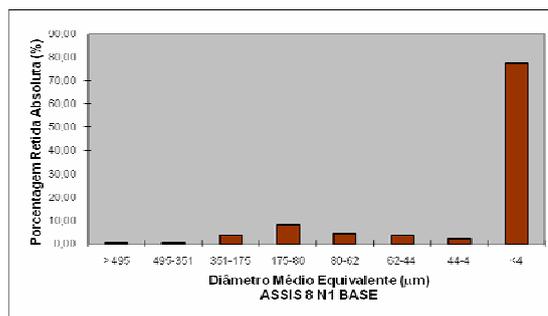
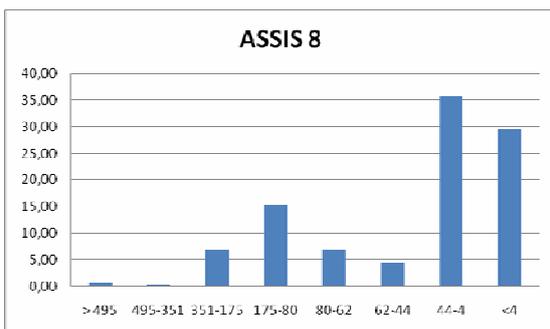
Amostra	Areia grossa >495mm	Areia média 495-175mm	Areia fina 175 – 62mm	Silte 62 – 4 mm	Argila < 4 mm
8	< 1%	7%	22%	40 %	29%
8n1 base	< 1%	4%	12%	6%	78%
11 int	< 1%	14%	51%	35%	0%
17	<1%	6%	30%	63%	1%
57 C	< 1%	13%	23%	29%	35%
57 D	1%	26%	47%	15%	11%
67(56-58)	2%	13%	25%	27%	33%
67 (58-60)	5%	9%	21%	60%	5%
67(60-62)	3%	8%	19%	64%	6%
67(62-64)	1%	8%	13%	76%	2%
67(64-66)	2%	14%	21%	43%	20%
67(66-68)	1%	4%	8%	42%	45%
67(68-70)	2%	5%	10%	60%	22%
67(72-74)	33%	7%	12%	33%	15%

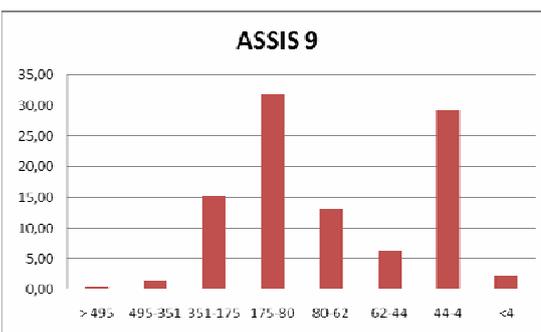
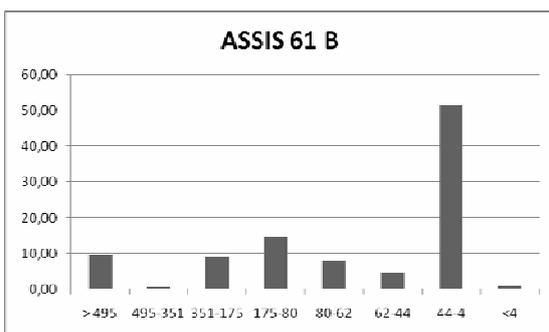
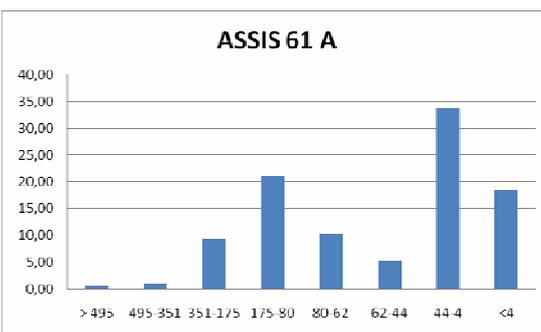
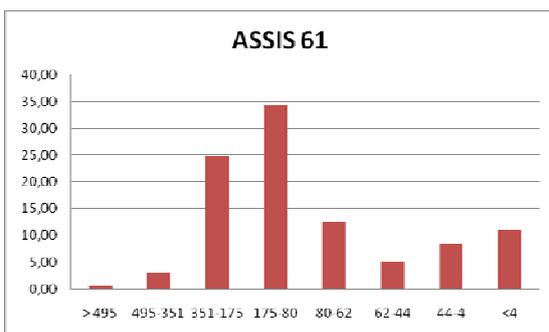
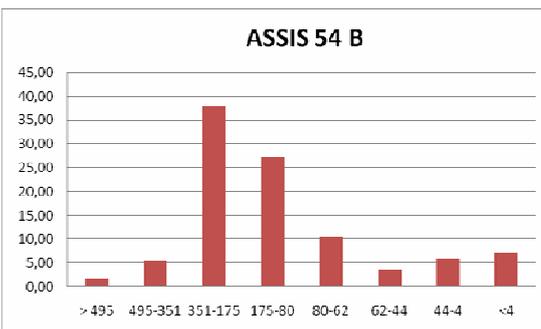
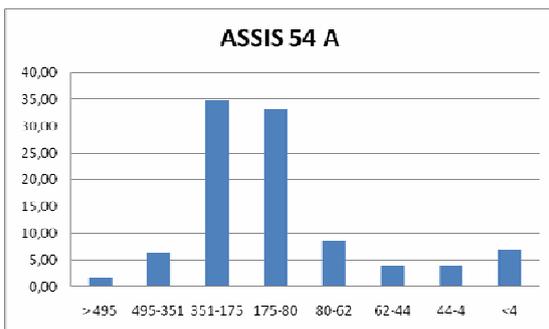
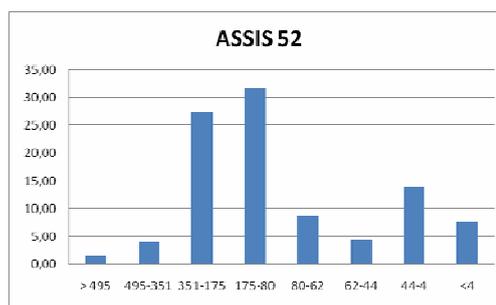
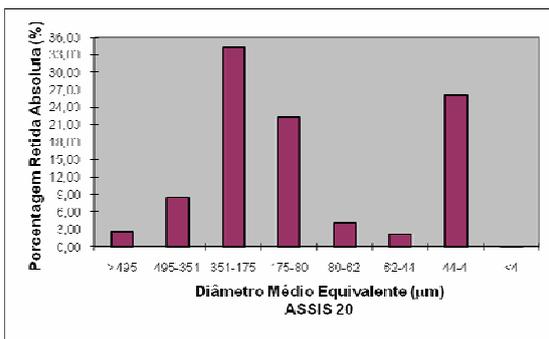
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA – FORMAÇÃO SERRA GERAL

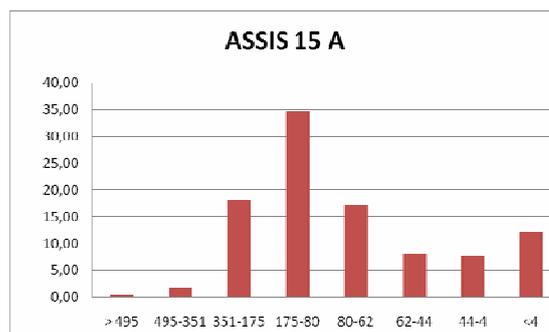
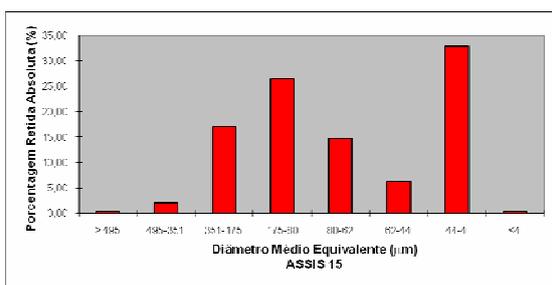
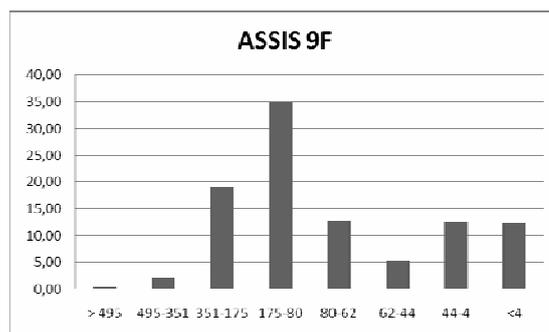
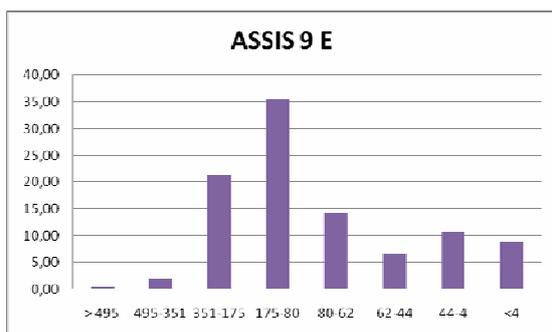
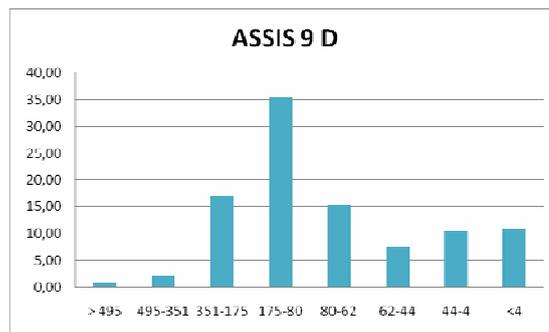
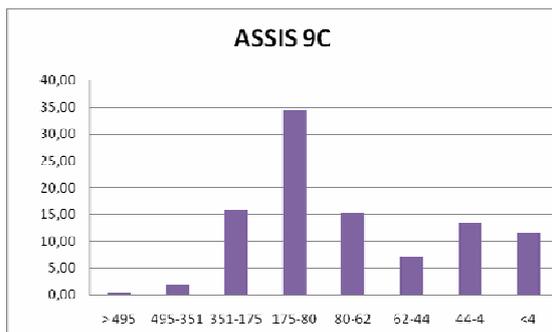
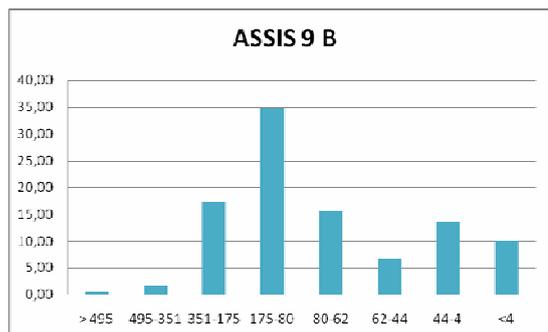
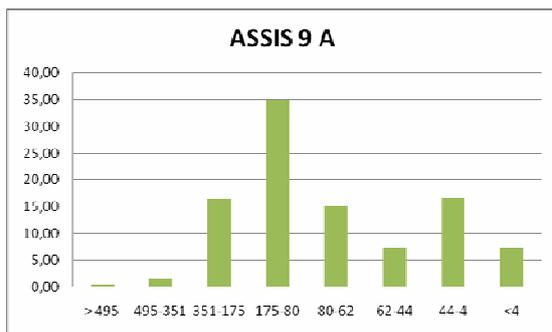
Amostra	Areia grossa >495 mm	Areia média 495 –175mm	Areia fina 175 -62 mm	Silte 62 – 4 mm	Argila < 4 mm
2	< 1%	35%	60%	5%	< 1%
21	<1%	10%	26%	60%	4%

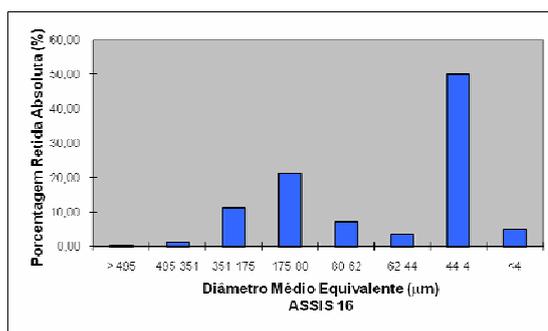
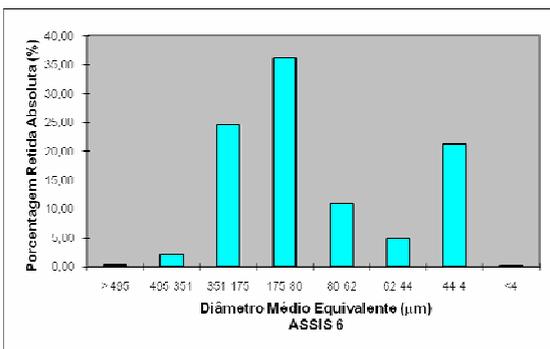
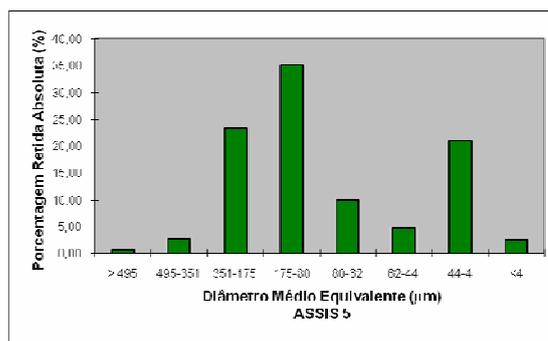
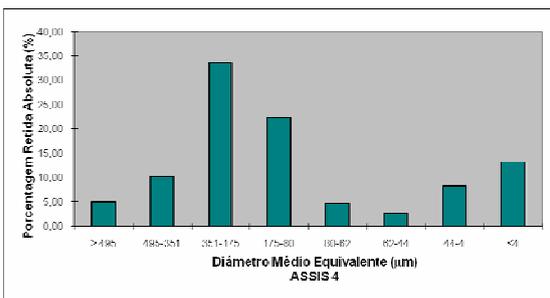
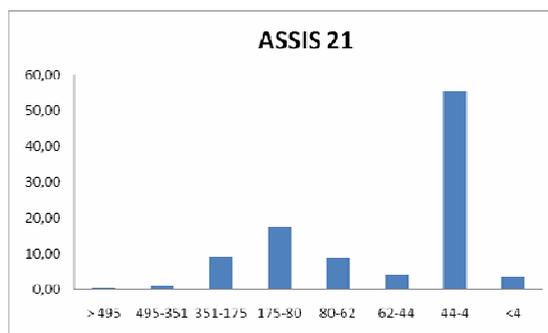
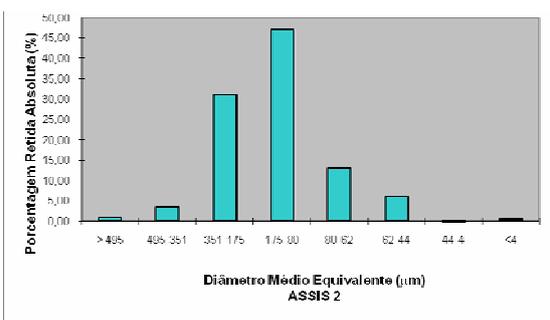
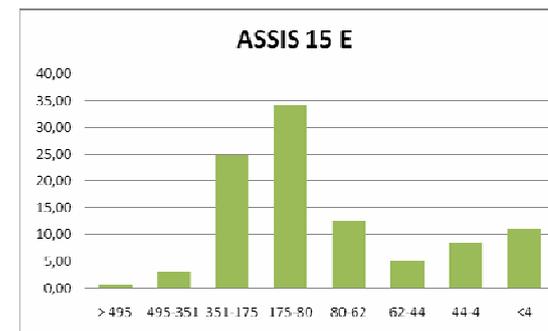
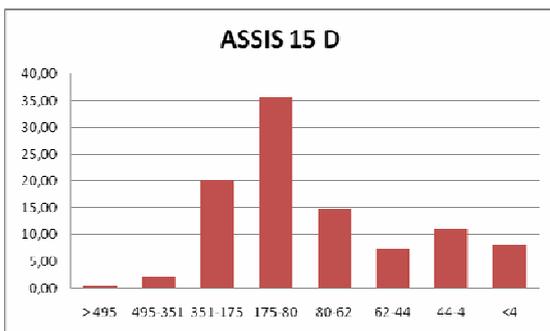
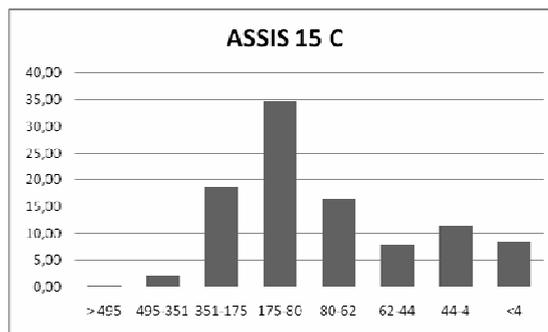
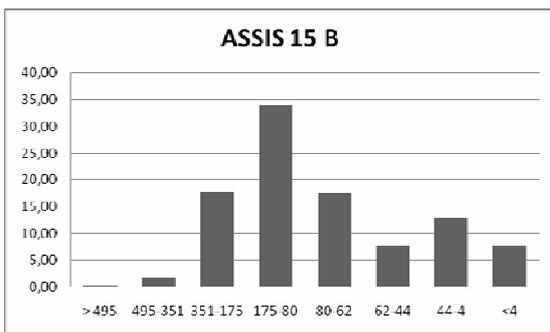
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA – PONTOS FORA DA ÁREA

Amostra	Areia grossa >495 mm	Areia média 495-175 mm	Areia fina 175-62 mm	Silte 62 -4 mm	Argila < 4 mm
4	5%	44%	27%	11%	13%
5	<1%	26%	45%	26%	3%
6	< 1%	26%	47%	27%	<1%
16	<1%	13%	28%	54%	5%
60	3%	44%	26%	27%	<1%









9.3 Apêndice C - Análise Petrográfica (Microscopia)

AMOSTRA 8 Total=723 grãos (mineralogia estimada visualmente)

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>%estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	265;130;60;50	69,83%
Calcedônia e quartzo policristalino	25	3,45%
Agregados de filossilicatos	11	1,52%
Opacos	19	2,63%
Feldspato K	137	18,95%
Plag. Cálcico (labradorita)	2	0,28%
Goethita	1	0,14%
Turmalina	2	0,28%
Biotita	1	0,14%
Muscovita	3	0,42%
Zircão	1	0,14%
Clinopiroxênio	4	0,56%
Argila verde	1	0,14%
Fitólito	1	0,14%
Rutilo	1	0,14%
Carbonato	1	0,14%
Outros	26	3,60%
Agregados de argila	3	0,42%

AMOSTRA 9 Total = 855 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>%estimada visualmente</i>
Quartzo	655	76,60%
Opacos	193	22,57%
Zircão	3	0,35%
Rutilo	2	0,23%
Turmalina	2	0,23%

Descrição: os grãos de quartzo são sub-angulares a sub-arredondados, possuem inclusões de óxido de ferro.

AMOSTRA 9 A Total = 1210 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	935;114;12;3	87,68%
Opacos	114	9,42%
Zircão	12	0,99%
Goethita	14	1,16%
Rutilo	4	0,33%
Turmalina	4	0,33%
Estaurolita	1	0,083%

turmalina (anédrica a subhedral, angular a arredondada), estaurolita (arredondamento e esfericidade moderada a baixa)

AMOSTRA 9 B

Total = 1219 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	986; 106; 12; 3	90,79%
Opacos	91	7,46%
Rutilo	2	0,16%
Turmalina	6	0,49%
Zircão	4	0,32%
Goethita	8	0,66%
Estaurolita	1	0,082%
Anatásio (traços)	1	0,082%

AMOSTRA 9 C

Total = 1405 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	1109; 114; 16; 7	88,68%
Opacos	106	7,54%
Zircão	53	3,77%
Turmalina	5	0,35%
Rutilo	6	0,43%
Goethita	21	1,49%
Estaurolita	1	0,07%
Muscovita	6	0,43%
Agregado microcristalino verde de amígdala de basalto	1	0,07%
-agregado microcristalino (caulinita; gibsitita) =1		0,07%

AMOSTRA 9 D

Total = 1478 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	1136; 168; 46; 8	91,88%
Opacos	94	6,36%
Zircão	7	0,47%
Turmalina	10	0,68%
Rutilo	2	0,13%
Goethita	6	0,40%
Estaurolita	1	0,068%

Descrição: Arredondamento e esfericidade moderada das amostras.

AMOSTRA 9 E

Total = 1181 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	707; 271; 63; 23	90,10%
Opacos	66	5,59%
Zircão	4	0,34%
Turmalina	2	0,17%
Rutilo	2	0,17%
Goethita	39	3,30%
Muscovita	2	0,17%
Piroxênio	1	0,085%
Fitólito	1	0,085%

AMOSTRA 11 interm

Total =492 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo	334	67,89%
Opacos	102	20,73%
Feldspato	41	8,33%
Zircão	4	0,81%
Turmalina	4	0,81%
Rutilo	5	1,02%
Topázio	1	0,20%
Clorita	1	0,20%

AMOSTRA 15 A

Total = 1383

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	1004; 206; 68; 15	93,48%
Opacos	72	5,21%
Zircão	5	0,36%
Turmalina	6	0,43%
Rutilo	2	0,14%
Goethita	4	0,29%
Mica	1	0,07%

AMOSTRA 15 B Total = 1350 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	947; 205; 77; 29	93,18%
Opacos	81	6%
Zircão	4	0,30%
Turmalina	2	0,15%
Rutilo	1	0,075%
Goethita	3	0,22%
Estaurolita	1	0,075%

Descrição: Esfericidade e arredondamento dos minerais de forte a baixo

AMOSTRA 15 C Total = 1568 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	922 ; 403;99;58	94,51%
Opacos	70	4,46%
Goethita	7	0,45%
Zircão	3	0,19%
Turmalina	4	0,25%
Rutilo	2	0,13%
Estaurolita	traços	

Esfericidade e arredondamento variados entre os minerais

AMOSTRA 15 D Total = 1254 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	716 ; 311; 115; 38	94,10%
Opacos	61	4,86%
Goethita	1	0,08%
Zircão	5	0,40%
Turmalina	4	0,32%
Rutilo	2	0,16%
Epidoto	1	0,08%

Quartzo policristalino com arredondamento e esfericidade

AMOSTRA 15 E

Total: 1334 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%;10-30%;30-70%;>70%	937; 112; 110; 75	92,5%
Opacos	83	6,2%
Goethita	1	0,07%
Zircão	6	0,4%
Turmalina	6	0,4%
Fitólito	3	0,2%
Estaurolita	1	0,07%

O quartzo apresenta-se em sua maioria, como sub-anguloso a sub-arredondado e baixa esfericidade. O zircão apareceu com alta esfericidade, embora foram encontrados cristais bem formados (bipiramide?).

AMOSTRA 4

Total = 964 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de Grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo	790	81,95%
opacos	48	4,98%
feldspato	1	0,10%
zircão	6	0,62%
turmalina	5	0,52%
rutilo	3	0,31%
opala	1	0,10%
caulim	1	0,10%
Agregados de qzo, argilominerais e goethita	109	11,30%

Descrição: ocorrência de agregados de quartzo e argilo-minerais cimentados por hidróxido de ferro (goethita); muitos grãos de quartzo apresentam películas de hidróxido de Fe; ocorrência de restos vegetais.

AMOSTRA 8n1 base

Total = 623 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo	523	83,94%
opacos	82	13,16%
feldspato	3	0,48%
zircão	4	0,64%
turmalina	3	0,48%
hematita	9	1,44%
estaurolita	1	0,16%
caulim	14	2,25%
goethita	3	0,48%
fitólito	1	0,16%

Descrição: os grãos de quartzo estão mais límpidos (aproximadamente metade dos grãos estão limpos e metade sujo por hidróxido de Fe). A maior parte dos grãos são subangulosos, outra parte subarredondados. Caulim aparecendo em agregados, os opacos são predominantemente magnetita. Amostra com maior quantidade de feldspato e caulim.

AMOSTRA 17

Total = 571 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo	207	36,25%
opacos	265	46,41%
Feldspato caulinizado	10	1,75%
apatita	1	0,17%
turmalina	1	0,17%
hematita	3	0,52%
Piroxênio (fragmentos)	1	0,17%
caulim	79	13,83%
nontronita	2	0,35%
carbonato	1	0,17%
Restos orgânicos	1	0,17%

Descrição: os grãos de quartzo estão quase que inteiramente subarredondados, minoria subangulosa e, quase sempre apresentando crostas de hidróxido de Fe, caulim com coloração azul, amarela e vermelha.

AMOSTRA 2

Total = 644 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
quartzo	536	83,23%
opacos	36	5,59%
goethita	6	0,93%
turmalina	6	0,93%
zircão	5	0,78%
caulim	53	8,23%
anatásio	1	0,15%
fitólito	1	0,15

Descrição: a maioria dos grãos de quartzo apresentam crostas de hidróxido de Fe

AMOSTRA 16

Total = 731 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
quartzo	467	63,88%
opacos	240	32,83%
goethita	2	0,27%
turmalina	3	0,41%
zircão	2	0,27%
caulinita	4	0,55%
anatásio	1	0,14%
rutilo	2	0,27%
Fitólito (opala orgânica)	1	0,14%
hornblenda	1	0,14%
Agregados de caulim	8	1,09%

Descrição: os grãos de quartzo são majoritariamente subangulosos, mas, também boa parte são subarredondados, com grande presença de opacos. Apresentou 1 cristal de hornblenda.

AMOSTRA 1

Total = 595 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
quartzo	531	89,24%
opacos	41	6,89%
goethita	2	0,34%
turmalina	6	1,01%
zircão	2	0,34%
caulim	10	1,68%
estauroлита	1	0,17%
rutilo	1	0,17%
Restos orgânicos	1	0,17%

Descrição: a maioria dos grãos de quartzo apresentam películas ou crostas de hidróxido de Fe mas, boa parte está límpida, os grãos são majoritariamente subangulosos.

FOTO Lâmina 1(1): fitólito no centro, quartzos majoritariamente com cristais de hidróxido de Fe, subangulosos (ou subarredondados), caulim, nenhum feldspato.

FOTO Lâmina 1 (2): grãos de quartzo mais límpidos, poucos opacos, caulim, gibbsita, zircão bem formado embaixo.

AMOSTRA 20

Total = 470 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
quartzo	381	81,06%
opacos	32	6,80%
caulim	25	5,32%
goethita	12	2,55%
hematita	10	2,13%
feldspato	5	1,06%
turmalina	1	0,21%
zircão	1	0,21%
granada	1	0,21%
rutilo	1	0,21%
fitólito	1	0,21%

Descrição: quartzo majoritariamente subanguloso, outra parte sub-arredondado, a maioria dos grãos apresenta películas de hidróxido de Fe, mas, uma parte considerável está límpida. Juntamente com a amostra 8n1 base, possui vários grãos de feldspato, poucos opacos e vários agregados de caulim.

FOTO Lâmina 20(1): grãos de feldspato no centro, poucos opacos, maioria dos quartzos subangulosos com crostas de hidróxido de Fe, alguns agregados de caulim, algumas goethitas.

FOTO Lâmina 20 (2): idem a anterior, com turmalina no centro.

AMOSTRA 21

Total: 1419 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	762; 61; 51; 01	61,7%
opacos	410	28,9%
argila	34	2,4%
goethita	14	0,9%
feldspato	6	0,4%
turmalina	9	0,6%
zircão	6	0,4%
rutilo	4	0,2%

Os grãos de quartzo apresentam uma esfericidade moderada a sub-arredondada. Pode-se notar uma grande presença de minerais opacos (410). Os demais minerais aparecem com suas formas características no que tange à petrologia sedimentar.

AMOSTRA 48

Total:1334 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1235; 11; 9; 11	94,9%
Opacos	49	3,7%
Quartzo com dissolução	2	0,15%
goethita	5	0,37%
feldspato	6	0,45%
turmalina	4	0,29%
Zircão	4	0,29%
Rutilo	4	0,29%

No decorrer da contagem, grande quantidade de quartzo apareceu com aspecto turvo (cheio de pequenas bolinhas "sujo"). A característica do quartzo é sub-arredondado e baixa esfericidade. Os cristais de turmalina, prismáticos com os vértices arredondados. O zircão em sua maioria apresentou sub-arredondamento e uma alta esfericidade.

AMOSTRA 52

Total: 1364 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1163; 39; 45; 58	95,7%
Opacos	46	3,4%
apatita	1	0,07%
goethita	3	0,22%
Fibra vegetal	1	0,07%
turmalina	3	0,22%
Zircão	5	0,37%

Embora apareçam cristais de turmalina anedrais, no correr da lâmina surgem diversos cristais eudrais, prismáticos de turmalina, muito bem cristalizado, contrastando com os grãos de zircão que aparecem muito esféricos e muitas vezes exibindo uma cor preta (nicóis cruzados), parecendo estar envolto por alguma película. Cristais de quartzo são caracterizados por baixa esfericidade e um subarredondamento.

AMOSTRA 54 A

Total: 1448 grãos

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1300; 21; 13; 34	94,5%
Opacos	67	4,62%
goethita	2	0,14%
rutilo	3	0,21%
turmalina	6	0,41%
zircão	2	0,14%

O quartzo aparece com uma baixa esfericidade e sub – arredondamento. Cristais de turmalina muito bem formadas (prismáticas)são encontradas na lâmina ou sob a forma anedral. Zircão e rutilo bem esféricos.

AMOSTRA 54B

TOTAL DE GRÃOS = 1065

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	853; 57; 25; 13	89%
Opacos	93	8,7%
Calcedônia	1	0,09%
feldspato	12	1,12%
agregado de argila	1	0,09%
carbonato	1	0,09%
muscovita	1	0,09%
Goethita	1	0,09%
Fitólito	1	0,09%
Rutilo		traço
Turmalina	2	0,18%
zircão	4	0,37%

Bauru + Basalto = cobertura(?)

AMOSTRA 57C

TOTAL DE GRÃOS = 1145

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	858; 90; 37; 38	89,3%
Quartzo policristalino	79	6,9%
Opacos	54	4,7%
Calcedônia	1	0,08%
feldspato	16	1,4%
agregado de argila	1	0,08%
carbonato	1	
muscovita	7	0,6%
goethita	11	0,96%
fitólito	2	0,17%
rutilo	-	TRAÇO
turmalina	3	0,26%
Zircão	4	0,35%
Biotita	1	0,08%
Sillimanita	2	0,17%
Agregado de argilomineral verde		Traço
Caulinita/gibbsita	1	0,08%
esmectita	1	0,08%

Bauru(?)

AMOSTRA 57D

TOTAL DE GRÃOS = 1288

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	972; 113; 52; 26 1	90,3% 0,07%
Quartzo policristalino		
Opacos	111	8,6%
Calcedônia	1	0,07%
feldspato	16	1,24%
goethita	11	0,85%
fitólito	2	0,15%
rutilo	1	0,07%
turmalina	4	0,31%
Zircão	6	0,46%
<hr/>		
Cobertura		

AMOSTRA 60

TOTAL DE GRÃOS = 1102

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	990; 43; 7; 5	94,8%
Quartzo policristalino		
Opacos	33	2,9%
feldspato	1	0,09%
carbonato	1	0,09%
muscovita	7	0,63%
goethita	2	0,18%
fitólito	11	0,99%
rutilo	2	0,18%
turmalina	2	0,18%
		0,27%

AMOSTRA 61 TOTAL DE GRÃOS = 1058

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	684; 191; 73; 42 53	93,6% 5,0%
Opacos	1	0,09%
Muscovita	3	0,28%
Goethita		Traço
Fitólito		
Rutilo	2	0,19%
Turmalina	2	0,19%
zircão	6	0,56%

AMOSTRA 61 A TOTAL DE GRÃOS = 1099

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	528; 205; 73; 34 219	76,4% 19,9%
Opacos	1	0,09%
carbonato		
Muscovita	1	0,0,9%
Goethita	30	2,7%
Rutilo		traço
Turmalina	2	0,18%
zircão	5	0,45%
agregados de argilominerais verdes (nontronita/iddingsita)	1	0,09%

Magnetita passando para hematita. Caulinita-gibbsita

AMOSTRA 61 B TOTAL DE GRÃOS = 1352

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	950; 76; 76; 76 150	87,1% 11,1%
Opacos	12	0,88%
Goethita	1	0,07%
Rutilo		
Turmalina	2	0,15%
Zircão	6	0,44%
estaurolita	1	0,07%

A lâmina apresenta cristais de zircão ora prismáticos ora bem arredondados, com superfície recoberta (óxidos?). Chama atenção a quantidade de opacos na lâmina. Os grãos de quartzo estão subarredondados com uma esfericidade ruim.

AMOSTRA 67 (6-8m)

TOTAL DE GRÃOS = 1074

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	651; 175; 96; 44	89,9%
opacos	1	0,09%
agregados de caulim		
carbonato	3	0,28%
goethita	4	0,37%
rutilo	1	0,09%
turmalina	8	0,74%
zircão	6	0,56%
estaurolita	2	0,19%

AMOSTRA 67 (8-10m)

TOTAL DE GRÃOS = 110

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	695; 201; 79; 35	91,1%
opacos	77	6,95%
carbonato	3	0,27%
Plagioclásio Ca	1	0,09%%
goethita	1	0,09%
clinopiroxênio	1	0,09%
rutilo	2	0,18%
turmalina	5	0,45%
zircão	5	0,45%
granada	1	0,09%
estaurolita	1	0,09%
Argilomineral verde (cavidade de basalto)	1	0,09%

AMOSTRA 67 (10-12m)

TOTAL DE GRÃOS = 1122

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	763; 159; 73; 37	92,0%
piroxênio	-	Traço
rutilo	1	0,09%
turmalina	5	0,44%

AMOSTRA 67 (12-14m)

TOTAL DE GRÃOS = 1204

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	908; 138; 60; 22	93,7%
Opacos	1	0,08%
Carbonato	2	0,17%
Goethita	1	0,08%
Rutilo	4	0,33%
Turmalina	10	0,83%
Zircão	1	0,08%
Granada	1	0,08%
Estaurolita muscovita	1	0,08%

AMOSTRA 67 (16-18m)

TOTAL DE GRÃOS = 1267

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1019; 102; 27; 11	91,5%
Opacos	1	0,08%
Carbonato	5	0,39%
Goethita	1	0,08%
Rutilo	3	0,24%
Turmalina	2	0,16%
Zircão	1	0,08%
Granada	1	0,08%
Estaurolita leucoxênio	1	0,08%

AMOSTRA 67 (18-20m)

TOTAL DE GRÃOS = 1389

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1120; 80; 17; 11	88,4%
Quartzo microcristalino opacos	2	0,14%
Carbonato	108	7,8%
Goethita	1	0,07%
Rutilo	30	2,16%
Turmalina	5	0,36%
Zircão	4	0,29%
Granada	8	0,6%
estaurolita	1	0,07%
leucoxênio	1	0,07%
fitólito	1	0,07%

AMOSTRA 67 (20-22m)

TOTAL DE GRÃOS = 1346

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1014; 94; 37; 11	85,8%
Quartzo policristalino	3	0,22
opacos	101	11,9%
Goethita	15	0,96%
Rutilo	1	0,07%
Turmalina	4	0,3%
Zircão	6	0,44%
Estaurolita	1	0,07%
Leucoxênio	1	0,07%
muscovita	1	0,07%

AMOSTRA 67 (22-24m)

TOTAL DE GRÃOS = 1353

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1170; 45; 14; 7	91,3%
Quartzo policristalino	7	0,51%
Opacos	94	6,9%
Feldspato	1	0,07%
Goethita	4	0,29%
Rutilo	1	0,07%
Turmalina	2	0,15%
Zircão	4	0,29%
Estaurolita	1	0,07%
Leucoxênio	1	0,07%
muscovita	2	0,15%

AMOSTRA 67 (26-28m)

TOTAL DE GRÃOS = 1142

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	845; 76; 27; 9	83,8%
Quartzo policristalino	8	0,70%
Opacos	135	11,8%
Feldspato	5	0,43%
Carbonato	4	0,35%
Plagioclásio Ca	1	0,08%
Goethita	17	1,5%
Rutilo	3	0,26%
Turmalina	3	0,26%
Zircão	2	0,17%
Granada	2	0,17%
Leucoxênio	1	0,08%
Muscovita	2	0,17%

AMOSTRA 67 (30-32m)

TOTAL DE GRÃOS = 1175

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	902; 74; 20; 8	85,4%
Quartzo policristalino	15	1,3%
Opacos	128	10,9%
Carbonato ferruginoso	4	0,3%
Feldspato	1	0,08%
Agregado esmectítico	1	0,08%
Carbonato	4	0,3%
Plagioclásio Ca	1	0,08%
Goethita	10	0,85%
Resto de basalto	1	0,08%
Leucóxênio	1	0,08%
Rutilo	1	0,08%
Turmalina	2	0,17%
Zircão	3	0,25%
Granada	2	0,17%
Muscovita	2	0,17%

AMOSTRA 67 (32-34m)

TOTAL DE GRÃOS = 1519

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1213; 96; 21; 7	88%
Quartzo policristalino + calcedônia	22	1,4%
Opacos	130	8,5%
Carbonato	3	0,20%
Goethita	12	0,80%
Laterita	1	0,06%
Leucóxênio	1	0,06%
Rutilo	3	0,20%
Turmalina	3	0,20%
Zircão	2	0,13%
Granada	2	0,13%
Muscovita	1	0,06%

AMOSTRA 67 (34-36m)

TOTAL DE GRÃOS = 1291

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	979; 102; 29; 15	87,1%
Quartzo policristalino + calcedônia	22	1,7%
Opacos	117	9,1%
Goethita	14	1,1%
Agreg filossil + hidrox.	3	0,23%
Leucóxênio	1	0,08%
Rutilo	1	0,08%
Turmalina	3	0,24%
Zircão	3	0,24%
Granada	1	0,08%
Muscovita	1	0,08%
Agreg. Filossil + hidrox.	3	0,23%

AMOSTRA 67 (44-46m)

TOTAL DE GRÃOS = 1466

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	1020; 74; 40; 32	79,5%
Quartzo policristalino + calcedônia	62	4,2%
Opacos	175	11,9%
Feldspato	1	0,07%
Agregado argilominerais	3	0,20%
Goethita	30	2,0%
Leucoxênio	3	0,20%
Rutilo	1	0,07%
Turmalina	1	0,07%
Zircão	10	0,70%
Granada	2	0,14%
Muscovita	1	0,07%

AMOSTRA 67 (56-58m)

TOTAL DE GRÃOS = 611

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	261; 70; 39; 26	64,8%
Quartzo policristalino + opala	3	0,49%
Opacos	8	1,30%
Feldspato	57	9,3%
Agregado argila vermelha	6	0,98%
Carbonato	131	21,4%
Plagioclásio Ca	1	0,16%
Goethita	4	0,65%
Nontronita	-	traço
Rutilo	-	traço
Turmalina	1	0,16%
Zircão	1	0,16%
Granada	2	0,33%
Muscovita	2	0,33%
Leucoxênio	2	0,33%

AMOSTRA 67 (58-60m)

TOTAL DE GRÃOS = 640

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	392; 10; 6; 10	65,3%
Opacos	17	2,6%
Feldspato	87	13,6%
Carbonato	109	17,0%
Goethita	6	0,94%
Turmalina	2	0,32%
Zircão	1	0,16%

Lâmina com grande quantidade de feldspato e carbonatos.

AMOSTRA 67 (60-62m)

TOTAL DE GRÃOS = 718

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	443; 19; 17; 41	72,4%
Opacos	16	2,2%
Feldspato	63	8,7%
Carbonato	112	15,6%
Goethita	3	0,42%
feldspato	63	8,7%
Rutilo	1	0,14%
Turmalina	1	0,14%
Biotita	1	0,14%

Os cristais de quartzo estão bem angulares com baixa esfericidade. Os cristais de turmalina e rutilo estão bem formados, prismáticos (embora o número desses cristais seja irrisório). Grande quantidade de carbonato e a presença de biotita despertam a atenção em relação às outras lâminas.

AMOSTRA 67 (62-64m)

TOTAL DE GRÃOS = 668

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	401; 18; 17; 48	72,4%
Opacos	8	1,2%
Feldspato	38	5,7%
Carbonato	128	19,2%
Goethita	5	0,75%
Rutilo	1	0,15%
Turmalina	1	0,15%
Zircão	1	0,15%
Muscovita	1	0,15%
Biotita	1	0,15%

AMOSTRA 67 (64-66m)

TOTAL DE GRÃOS = 791

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	516; 28; 24; 60	79,4%
Opacos	15	1,9%
Feldspato	60	7,6%
Carbonato	78	9,9%
Goethita	4	0,5%
Zircão	4	0,5%
Biotita	1	0,15%
Muscovita	1	0,15%

AMOSTRA 67 (66-68m)

TOTAL DE GRÃOS = 624

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	399; 11; 8; 30	71,8%
Opacos	14	2,2%
Feldspato	51	8,2%
Carbonato	100	16%
Goethita	5	0,8%
Turmalina	4	0,64%
Zircão	2	0,32%
Biotita	1	0,16%
Muscovita	1	0,16%

AMOSTRA 67 (68-70m)

TOTAL DE GRÃOS = 678

<i>Mineralogia</i>	<i>Número de grãos</i>	<i>% estimada visualmente</i>
Quartzo 0-10%; 10-30%;30-70%; >70%	429; 13; 10; 38	72,3%
Opacos	8	1,18%
Feldspato	56	8,3%
Carbonato	112	16,6%
Goethita	3	0,44%
Turmalina	4	0,59%
Zircão	2	0,29%
Biotita	4	0,59%
Muscovita	3	0,44%

AMOSTRA 12 – Estância Lago Azul

Descrição Macroscópica: Rocha isotrópica com raras máculas (amígdalas/vesículas), cor cinza escuro (quase preto), granulação fina (submilimétrica).

Descrição Microscópica:

A) Textura/Estrutura: A rocha exibe estrutura de fluxo (aspecto pilotaxítico) e a textura é intersticial a intergranular, com cerca de 5% de vidro intersticial. Os maiores cristais raramente atingem mais de 1mm de comprimento e a granulação média é da ordem de 0,3mm.

B) Composição Modal:

- Plagioclásio (+/- 50%)
- Augita (+/-20%)
- Pigeonita (+/-15%)
- Opacos (+/-5%)
- Vidro vulcânico (+/-5%)
- Argilominerais (+/- 5%)
- Apatita (Tr)
- Pseudomorfos de olivina (+/-1%)

C) Relações:

Rocha básica com estrutura, composição e granulometria similar a amostra -13, diferindo no tipo de material de alteração.

O plagioclásio é tabular a sub-tabular e exibe zoneamento pouco perceptível, os maiores cristais atingem cerca de 2,5mm de comprimento.

Os piroxênios exibem o mesmo relacionamento e aspectos texturais que a lâmina 13.

Os opacos também exibem relações similares ao da lâmina 13.

Nesta lâmina (12), o que mais difere da lâmina 13 é a presença de maior quantidade de pseudomorfos de olivina, que são subhedrais (quase eudral/a anedral), constituído por filossilicatos de cor laranja marrom-avermelhado de relevo alto, sugerindo ser iddingsita, sendo que a composição varia, gerando manchas de granulação, coloração e atraso da luz diferente.

Outro aspecto que merece ser destacado é que os argilo-minerais não ocorrem da mesma forma que na lâmina 13. Formam pequenas concentrações concêntricas intersticiais, com forma bem variada de subamebóide ou circular.

Na borda aparece material com relevo maior, cor mais forte, granulometria fina e com fibrosidade perpendicular à parede. A cor é laranja a marrom-avermelhado forte, similar aos pseudomorfos de olivina (iddingsita). Na porção central o material exibe índice de refração bem menor, granulação mais fina (cripto ou microcristalina), cor mais clara (amarelo alaranjado), sugerindo ser nontronita ou outro argilomineral do grupo das esmectitas.

D) Classificação: Basalto

AMOSTRA -13 – Pedreira Britamax

Descrição Macroscópica: Rocha isotrópica de cor cinza-escura (quase preta) e granulação fina (submilimétrica).

Descrição Microscópica:

A) Textura/Estrutura: Rocha isotrópica de textura intersetal a granular, com cerca de 5% de vidro intersticial isolado entre os cristais, que no máximo atingem cerca de 1mm a dimensão maior.

B) Composição modal estimado visualmente

- Plagioclásio (+/- 45%)
- Augita (+/- 18%)
- Pigeonita (+/-12%)
- Magnetita (+/- 5%)
- Argilominerais (10%)
- Vidro intersticial (+/- 5%)
- Barita (< 1%)
- Apatita (< 1%)
- Calcedônia (<1%)
- Carbonato (<1%)

C) Relações: O plagioclásio (labradorita) exibe formas tabulares a subtabulares, dispostos caoticamente pela rocha, exibe alguns fraturamentos, corrosão local pelo vidro. Nas fraturas podem aparecer películas de carbonato e argilominerais, os maiores cristais atingem raramente 1mm de comprimento. A augita forma cristais anedrais/subhedrais isolados ou em pequenos agregados com poucos cristais, freqüentemente com pigeonita a qual podem estar envolvendo. A augita aparenta ter iniciado a cristalização antes da pigeonita e, certamente terminou depois desta fase mineral, uma vez que a envolve e a corroi.

A pigeonita forma cristais tabulares a equidimensionais, sempre menores que 0,5mm, é mais euédrica e clara que a augita e localmente possui fraturas curvas características .

A magnetita constitui cristais normalmente menores que 0,5mm, anedrais a subhedrais, esqueletiformes a maciços, dispersos pela lâmina e exibe granulação média pouco superior à dos outros minerais.

Os argilosminerais aparecem intersticialmente e formam massas criptocristalinas de cor marrom com matiz amarelo e verde, com microfraturas de contração (gretagem). Aparentam ter substituído possíveis cristais de olivina e, principalmente estão preenchendo cavidades intersticiais (micro vesículas intersticiais) ou substituindo o vidro intersticial, onde ele aparece em maior quantidade. Aparece como o principal material de uma amígdala em associação com o carbonato, barita e calcedônia. Também aparecem como alteração de piroxênio em um domínio da lâmina (nontronita?).

O vidro exibe cor marrom e posicionamento intersticial.

A barita forma cristais tabulares submilimétricos, preenchendo amígdalas com nontronita e carbonato.

A apatita aparece como agulhas dispostas heterogeneamente na lâmina gerando difusos agragados fibrosos.

A calcedônia aparece na borda da amígdala.

O carbonato forma cristais anedrais a euedrais (romboédricas), aparecendo ser dolomita. Em alguns casos que aparece isolada a forma.

do cristal aparenta ser originada da substituição da olivina. Em alguns casos que aparece isolado, a forma do cristal aparenta ser produzida substituição da olivina.

D) Classificação: Basalto.

AMOSTRA - AR-BX - Formação Marília - Echaporã

Descrição Macroscópica: rocha isótropa maculada, com manchas arredondadas a angulosas, de cor cinza a marrom-claro em material creme com pontuações submilimétricas de cor marrom. Textura arenosa tratando-se de arenito com cimento calcítico rico em "concreções" carbonáticas.

Descrição Microscópica:

A) Textura/Estrutura: clastos normalmente inferiores a 0,7mm, bem arredondados e com alta esfericidade ou pouco arredondados e de baixa esfericidade, sustentados por material carbonático espático.

B) Composição Modal

-Carbonato (+ - 55%)

-Quartzo (+ - 30%)

-Feldspato (+ - 10%)

-Opacos (+/- 1%)

-Epidoto (Tr)

-Granada (Tr)

-Zircão (Tr)

-Biotita (Tr)

-Turmalina (Tr)

-Máficos alterados (argilizados/cloritizados (Tr), rutilo

-Seixos (argilito, quartzito, filito, silex e vulcânica associada?, quartzo de veios hidrotermais, laterita (?).

Relações:

Os clastos são de origens variadas de rochas metamórficas, magmáticas, aparentemente com contribuição vulcânica (alcalina?) e mesmo sedimentar (silex e argilito). A granulometria é bem variada não aparecendo argila e o retrabalhamento é muito heterogêneo, muito ou pouco trabalhado.

Alguns clastos possuem películas de hidróxidos evidenciando laterização da área fonte (verniz do deserto) e a grande maioria são límpidos. Também ocorrem opacos na forma de filetes e material pulverulento, que evidência a origem sin-diagenética, logo após a deposição e possivelmente também recente, oriundo de alteração supérgena (pedogênese). O material opaco mais recente aparenta ser de Mn e Fe (pirolusita, hematita, goetita, limonita).

Os clastos de minerais máficos estão argilizados ou são constituídos por clorita, serpentina (alteração na área fonte)

Classificação: Calco - arenito

AMOSTRA - AR-TB Formação Marília - Echaporã

Descrição Mesoscópica: Rocha isótropa de cor rosa a creme com difusas manchas milimétricas a centimétricas de tonalidade mais clara. No fundo claro aparecem pontuações esféricas a alongadas de cor marrom a cinza escuro, que aparentam corresponder a minerais com películas de hidróxidos/óxidos de Fe, clastos de laterita e mesmo minerais opacos. Os clastos exibem gradação de areia muito fina a areia média e estão envoltos nos materiais muito finos.

Descrição Microscópica: Lâmina de má qualidade, prejudicando a análise.

A) Estrutura/Textura: Rocha clástica isótropa de matriz cimentada por grãos clásticos de esfericidade e arredondamento moderado a alto, granulometria serial, onde o maior clasto presente na lâmina atinge 0,9 mm na maior dimensão, a granulação média é da ordem 200µm. Os grãos maiores estão dispersos por entre os grãos menores e todos capeados intersticialmente por filossilicatos na granulometria silte fino.

B) Composição modal estimada visualmente

- Quartzo (+ - 70%)
- Feldspato (+ - 10%)
- Argilominerais (matriz) (+ - 10%)
- Carbonato (+ - 2%)
- Opacos (+ - 1%)
- Óxidos e hidróxidos (cimento) (+ - 2%)
- Turmalina (Tr)
- Zircão (Tr)
- Muscovita detrítica (Tr)
- Biotita detrítica (Tr)
- Seixos de argilito siltoso (+ - 1%)
- Seixos de laterita (?) (< 1%)
- Rutilo (Tr)
- Silex (Tr)

C) Relações:

Os seixos são predominantemente de quartzo mono e raramente policristalino (principal fonte é rocha metamórfica), aparecendo raros seixos de silex. O feldspato dominante é a microclina, sendo raros os grãos de plagioclásio.

Em relação aos clastos, merece destaque os seixos compostos basicamente por filossilicatos com maior ou menor quantidade de óxidos/hidróxidos de Fe, chegando a configurar laterita (seixos de laterita?) e seixos compostos exclusivamente por carbonato espático ou predominantemente por este.

Estes aspectos sugerem retrabalhamento de sedimentos argilosos e carbonáticos, possivelmente sedimentos lagunares expostos ao sol, craquelados, erodidos, trabalhados, transportados por águas de outra fase úmida.

Os argilominerais da matriz são idênticos aos da lâmina (Ar Topo).

Os opacos e outros minerais pesados ocorrem como cristais pequenos bem a mal arredondados (areia fina ou silte) dispersos pela rocha.

Os óxidos e hidróxidos aparecem como películas em alguns grãos e mais raramente como cimento na matriz paligorskítica.

D) Classificação: Arenito arcossiano argiloso

AMOSTRA - AR -A - Formação Marília-Echaporã

Descrição Microscópica:

A) Estrutura/Textura: Rocha de estrutura conglomerática com seixos milimétricos, normalmente menores que 5mm, arredondados a angulosos de material sedimentar rico em carbonato, normalmente com clastos suportados, sendo alguns seixos de material argiloso com pouco ou sem carbonato. O contato entre os seixos maiores, com cimento carbonático e matriz é muito difuso.

No geral a textura é formada por clastos de quartzo e feldspatos arredondados sustentado por cimento carbonático, porém a densidade de clastos é bem variada, na dependência dos seixos maiores individuais que atingem cerca de 1mm, no diâmetro maior.

B) Composição Modal Estimada Visualmente:

-Carbonato (+ - 55%)

-Quartzo (+ - 30%)

-Feldspato (+ - 5%)

-Filossilicatos finos (+ - 10%)

-Minerais opacos (4%)

-Zircão (Tr)

-Epidoto (Tr)

-Granada (Tr)

-Muscovita (Tr)

-Seixos de granófiros, quartzito, argilito, calcário micrítico, argilo caulínico, laterita?

C) Relações:

Frequentemente os clastos de quartzo, carbonato espático e feldspato estão capeados por argilominerais e sustentados por carbonatos (cimento ou matriz?). Alguns clastos são bordejados por película de hematita, inclusive seixo de carbonato espático.

Os aspectos gerais sugerem que a rocha originou da deposição de fragmentos originados do craquelamento (gretas de contração) em fundos de lagos carbonáticos (lamas argilosas e carbonáticas). Exibe seixos angulosos de calcário micrítico, transportados juntamente com clastos e depositados em água (lago) saturado em carbonato (processo químico e bioquímico?) ao mesmo tempo que eram depositados os clastos e seixos, gerando textura de clastos suportados.

O quartzo é de diferente origem, porém predominantemente metamórfica.

Os filossilicatos finos aparentam serem representados predominantemente por paligorskita, porém exibe evidência de seixos com caulinita e/ou illita, ocorrem concentrados em "seixos e grãos" (areia média e muito fina) e estão frequentemente envolvendo como películas os diferentes seixos e clastos, dispondo-se entre estes e o carbonato matriz/cimento.

D) Classificação: Calco arenito ou Calcário impuro

AMOSTRA - Ar Topo - Formação Marília-Echaporã

Descrição Mesoscópica: Rocha de estrutura isotrópica de cor creme claro com pontuações esparsas de cor marrom, cinza-claro e cinza-escuro de diâmetro sub-milimétricos em fundo creme claro. Grãos de areia muito fina envoltos por massa quase branca de argilominerais. Os grãos de suporte da matriz é intersticial e os grãos de cor mais escuras dispersos, referem-se a grãos ou seixos cobertos por película de hidróxidos ou seixos ricos em hidróxidos.

Descrição Microscópica :

A) Estrutura/Textura: Textura isotrópica constituída por grãos de areia fina relativamente bem selecionados, com dimensões médias da ordem de 250µm a 300µm, raramente atingindo 1mm de diâmetro. A matriz é formada por cristais de filossilicatos com dimensões médias ao redor de 20µm, que formam filetes moldados intersticialmente aos clastos.

B) Composição modal estimada visualmente:

É difícil de estimar a composição bem como observar as relações entre as fases presentes pela péssima qualidade da lâmina, porém pode - se reconhecer:

- Quartzo
- Feldspato
- Argilo-minerais
- Carbonatos
- Opacos
- Micas detríticas

C) Relações:

Os clastos são constituídos por quartzo, feldspato (especialmente microclínio), grãos de carbonato, micas detríticas (biotita parcialmente alterada e muscovita), minerais pesados (magnetita, ilmenita, zircão, turmalina, etc).

O que chama a atenção é a presença de grãos arredondados compostos por carbonato, capeados por películas de argila, sugerindo rompimento, transporte/retrabalhamento e deposição clástica de calcários espáticos a sub-espáticos.

Como matriz observa-se filossilicatos relativamente bem desenvolvidos de quase incolores a birrefringência moderada, sugerindo ser do grupo da paligorskita/atapulgita ou montmorilonita ou mesmo illita. Aparece capeando intersticialmente os grãos clásticos e mostra ter sido deformada com a compactação do material.

Completando a rocha, observa-se a presença de hematita fina e hidróxidos de Fe na forma de películas, materiais estes que não se distribuem homoganeamente.

D) Classificação: Arenito fino com matriz argilosa



LABORATÓRIO DE GEOQUÍMICA

198

Departamento de Petrologia e Metalogenia
IGCE - UNESP, Rio Claro, SP.

9.4 Apêndice D - Relatório de Análises Químicas

Interessado.SOLA4NGE/ANTENOR.

Material Entregue Declarado SEDIMENTO.

Natureza Do Trabalho : **MAIORES/TRAÇOS.**

Referência : LABOGEO N° 10475^a10491

Resultados

labogeo	amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Soma
SOL10475	9-a	82,03	1,51	8,47	4,53	0,03	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	3,27	99,99
SOL10476	9-b	81,59	1,54	8,63	4,77	0,03	0,02	0,03	0,06	0,02	0,02	3,30	99,99
SOL10477	9-c	81,71	1,50	8,59	4,76	0,03	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	3,24	99,99
SOL10478	9-d	81,97	1,52	8,29	4,66	0,03	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	3,40	100,02
SOL10479	9-e	83,50	1,46	7,10	4,42	0,02	0,03	0,03	0,07	0,02	0,02	3,35	100,01
SOL10480	9-f	83,40	1,36	7,33	4,25	0,02	0,02	0,03	0,06	0,02	0,02	3,49	100,01
SOL10481	15-a	84,18	1,47	7,11	4,15	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	2,91	99,99
SOL10482	15-b	83,98	1,41	7,57	3,99	0,02	0,01	0,03	0,07	0,03	0,02	2,89	100,02
SOL10483	15-c	83,78	1,38	7,52	4,03	0,03	0,02	0,03	0,12	0,03	0,02	3,05	100,01
SOL10484	15-d	85,18	1,29	6,55	3,83	0,02	0,02	0,04	0,06	0,03	0,02	2,97	100,01
SOL10485	15-e	83,20	1,57	7,59	4,08	0,03	0,02	0,03	0,07	0,03	0,02	3,37	100,00
SOL10486	57-c	66,46	1,46	13,57	8,94	0,05	1,29	0,10	0,10	1,73	0,12	6,18	100,00
SOL10487	57-d	85,91	1,51	7,22	2,81	0,04	0,03	0,03	0,06	0,05	0,01	2,35	100,00
SOL10488	56-58m	72,03	0,86	6,52	3,96	0,06	1,08	5,24	0,37	1,54	0,09	8,27	100,02
SOL10489	58-60m	63,91	1,09	9,55	5,95	0,12	2,14	5,61	0,39	2,46	0,14	8,64	100,00
SOL10490	60-62m	66,56	0,95	9,35	5,05	0,13	1,87	5,19	0,35	2,29	0,12	8,12	99,99
SOL10491	64-66m	69,52	1,12	9,32	4,30	0,04	1,88	3,86	0,39	2,01	0,11	7,45	99,99
		Cr	Cu	Ni	Zn	Ba	Rb	Sr	La	Ce	Zr	Y	Nb



LABORATÓRIO DE GEOQUÍMICA

199

Departamento de Petrologia e Metalogenia
IGCE - UNESP, Rio Claro, SP.

labogeo	amostra	(ppm)											
SOL10475	9-a	132	25	13	22	50	10	9	17	45	357	13	17
SOL10476	9-b	149	29	14	27	58	9	11	24	44	374	14	17
SOL10477	9-c	142	27	13	24	62	9	13	8	45	378	11	16
SOL10478	9-d	146	29	15	24	56	10	12	7	41	372	10	18
SOL10479	9-e	140	27	15	25	52	10	7	1	40	349	8	15
SOL10480	9-f	177	25	15	21	49	10	7	18	43	347	9	15
SOL10481	15-a	180	27	15	20	97	11	7	11	54	386	12	17
SOL10482	15-b	168	28	16	20	71	10	7	13	61	380	11	16
SOL10483	15-c	181	25	16	21	94	9	8	17	47	390	10	17
SOL10484	15-d	192	23	12	18	87	9	3	19	52	357	10	15
SOL10485	15-e	176	24	17	21	80	9	1	17	53	294	9	15
SOL10486	57-c	176	94	36	69	614	74	94	240	228	242	80	21
SOL10487	57-d	187	36	19	13	38	11	1	5	21	369	5	14
SOL10488	56-58m	144	36	28	43	456	62	177	32	68	192	20	14
SOL10489	58-60m	134	53	39	67	650	88	180	53	69	194	27	18
SOL10490	60-62m	130	57	34	59	603	79	162	52	65	181	22	14
SOL10491	64-66m	257	56	38	58	567	72	167	46	63	190	22	17

Obs: As determinações foram realizadas por Espectrometria de Fluorescência de Raios X, empregando amostras fundida em matriz de borato E amostras prensadas para elementos traços.

Rio Claro, 04 de ABRIL de 2008



LABORATÓRIO DE GEOQUÍMICA

200

Departamento de Petrologia e Metalogenia
IGCE - UNESP, Rio Claro, SP.

RELATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS

Interessado: ANTENOR ZANARDO.

Material Entregue Declarado SEDIMENTO ARENOSO.

Natureza Do Trabalho : **MAIORES**.

Referência : LABOGEO 9828^a9841.

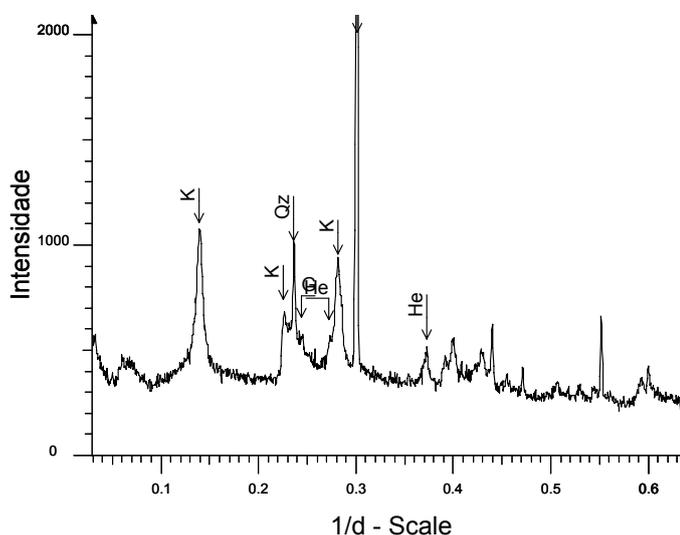
Resultados

labogeo	amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Soma
ANT-9828	ASSIS-1	87,60	1,04	5,32	3,29	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03	0,02	2,53	100,00
ANT-9829	ASSIS-2	32,38	4,87	21,55	26,77	0,18	0,89	0,17	0,04	0,10	0,41	12,62	99,99
ANT-9830	ASSIS-4	88,94	0,65	5,50	2,04	0,01	0,02	0,03	0,06	0,05	0,02	2,70	100,00
ANT-9831	ASSIS-5	88,03	0,88	5,10	2,66	0,02	0,04	0,04	0,06	0,05	0,02	3,10	99,99
ANT-9832	ASSIS-6	86,04	0,78	5,52	2,17	0,02	0,50	0,17	0,11	1,76	0,01	2,92	100,01
ANT-9833	ASSIS-8N1B	65,90	1,43	15,08	8,15	0,40	0,47	0,06	0,07	1,12	0,04	7,24	99,99
ANT-9834	ASSIS-9	82,01	1,46	8,00	4,61	0,03	0,04	0,03	0,06	0,03	0,02	3,73	100,00
ANT-9835	ASSIS-11	64,60	1,59	16,45	9,02	0,04	0,34	0,04	0,06	0,83	0,03	7,01	100,00
ANT-9836	ASSIS-11 INT	81,79	1,78	6,88	5,91	0,04	0,08	0,04	0,06	0,14	0,02	3,28	100,00
ANT-9837	ASSIS-15	83,15	1,41	7,36	4,62	0,03	0,05	0,03	0,06	0,03	0,02	3,26	100,01
ANT-9838	ASSIS-16	58,98	3,27	13,47	16,63	0,12	0,15	0,06	0,04	0,02	0,08	7,20	100,00
ANT-9839	ASSIS-17	35,69	5,02	21,81	25,51	0,18	0,22	0,07	0,04	0,09	0,13	11,25	100,01
ANT-9840	ASSIS-19	86,73	0,87	6,01	3,05	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	3,19	100,01
ANT-9841	ASSIS-20	85,56	0,80	6,54	3,60	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	3,35	100,00

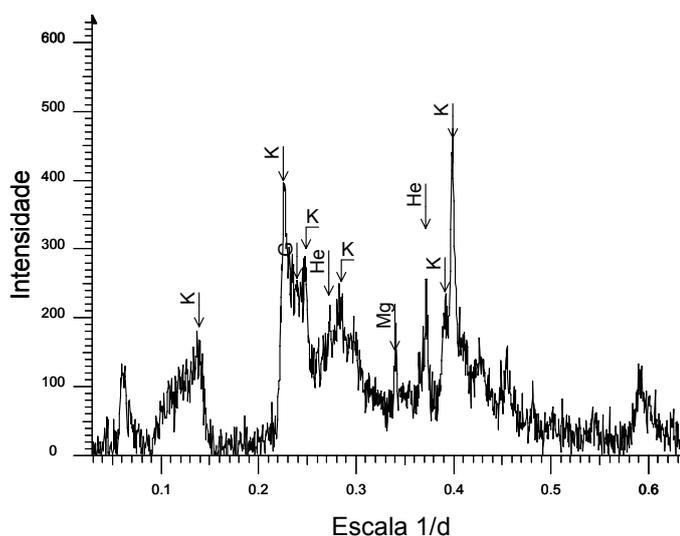
RIO CLARO 27 de abril 2007.

3

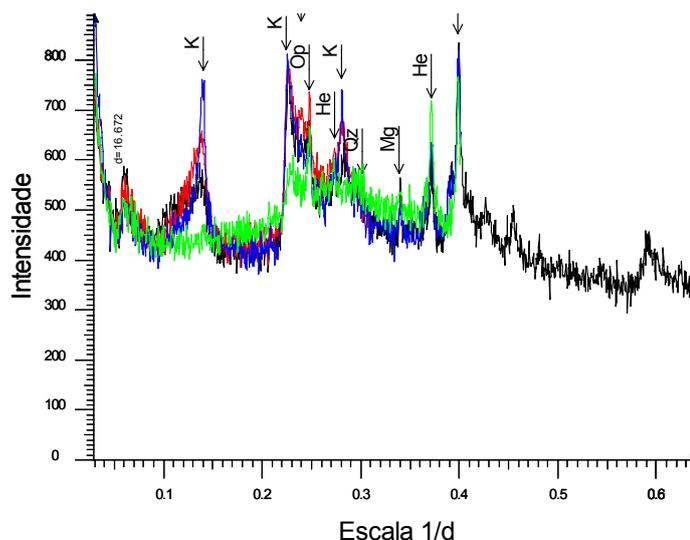
9.5 Apêndice E - Difractometria de Raios X



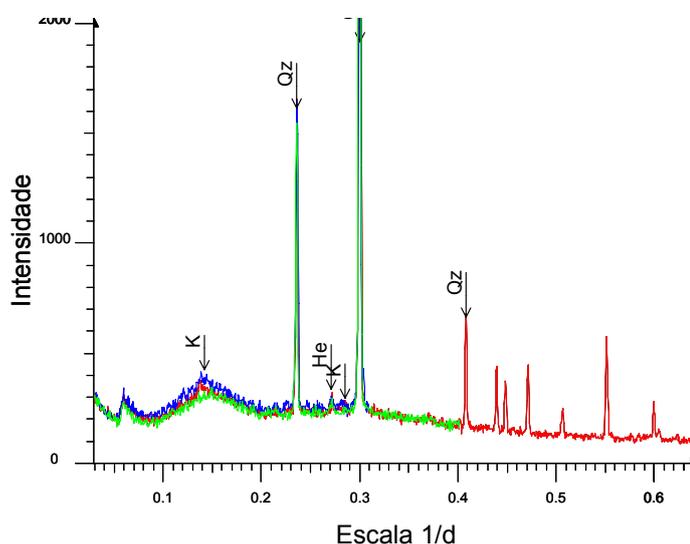
Difratograma da Amostra **Ass1 (Ponto 1)** fração menor que $4\mu\text{m}$ de material arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e goethita (G). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



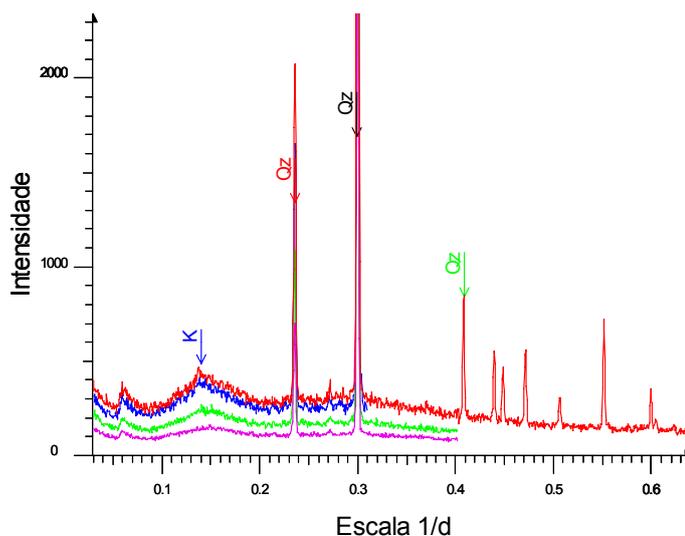
Difratograma da Amostra **Ass2 (Ponto 2)** fração menor que $4\mu\text{m}$ de material de alteração de basalto mostrando a presença de caulinita (K), hematita (He), goethita (G). Magnetita (Mg). Aparecem ainda picos referentes a quartzo. Goethita. A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material. Foi subtraído o *background* do difratograma.



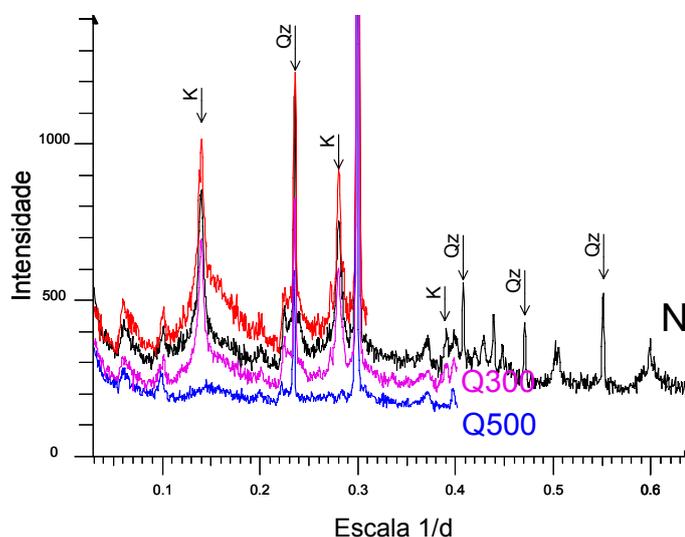
Difratogramas da Amostra **Ass2 (Ponto 2)** fração menor que $4\mu\text{m}$ de material de alteração de basalto. Linha preta amostra normal, linha vermelha (glicolada), linha azul (material queimado a 300°C) e linha verde (material queimado a 550°C por 4 horas). Aparecem picos referentes à caulinita (K), hematita (He), magnetita (Mg), quartzo (Qz), opala (Op). Não foram marcados os picos referentes a hematita e goethita. A anomalia marcada com o espaçamento 16,672 trata-se de ruído do aparelho, fato demonstrado pelos espectros glicolado e queimados.



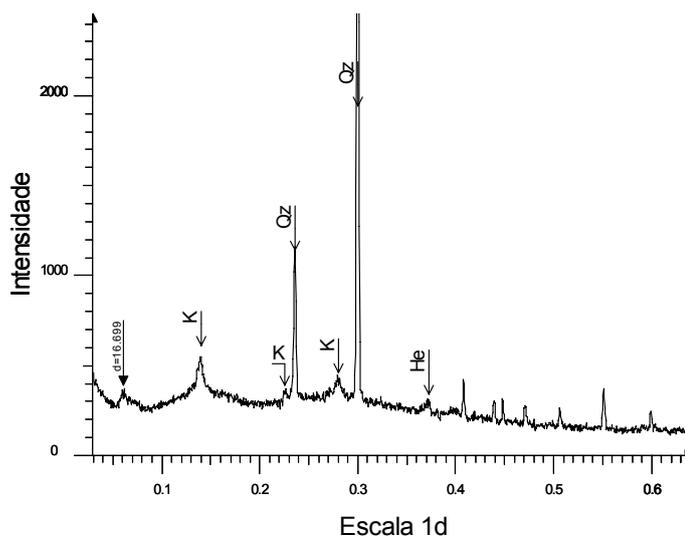
Difratogramas da Amostra **Ass5 (Ponto 5)** fração menor que $44\mu\text{m}$ de material de arenoso. Linha preta amostra normal, linha vermelha (glicolada), linha azul (material queimado a 300°C) e linha verde (material queimado a 550°C por 4 horas). Aparecem picos referentes a quartzo (Qz), caulinita (K) e hematita (He). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



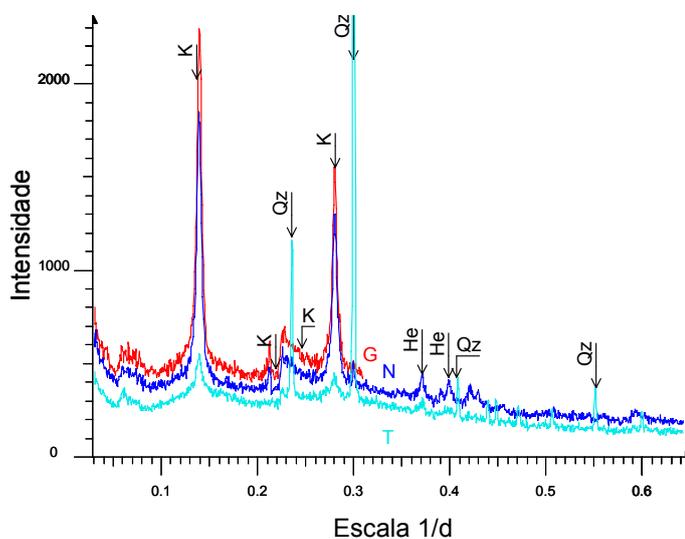
Difratogramas da Amostra **Ass5 (Ponto 5)** fração menor que 44 μ m (passante na peneira 325 mesh) de material de arenoso. Linha vermelha amostra normal, linha azul (glicolada), linha verde (material queimado a 300°C) e linha lilás (material queimado a 550°C por 4 horas). Aparecem picos referentes a quartzo (Qz) e caulinita (K). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



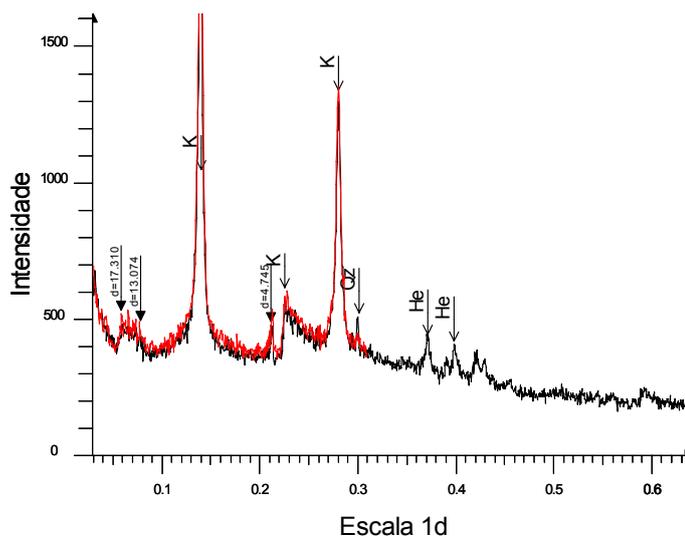
Difratogramas da Amostra **Ass8n1 (Ponto 8)** fração menor que 44 μ m de material de argiloso de cor vermelha. Linha preta amostra normal, linha vermelha (glicolada), linha lilás (material queimado a 300°C) e linha azul (material queimado a 550°C por 4 horas). Aparecem picos referentes a quartzo (Qz), caulinita (K). Não foram marcados os picos nítidos referentes a hematita e mica/illita (10 Å). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



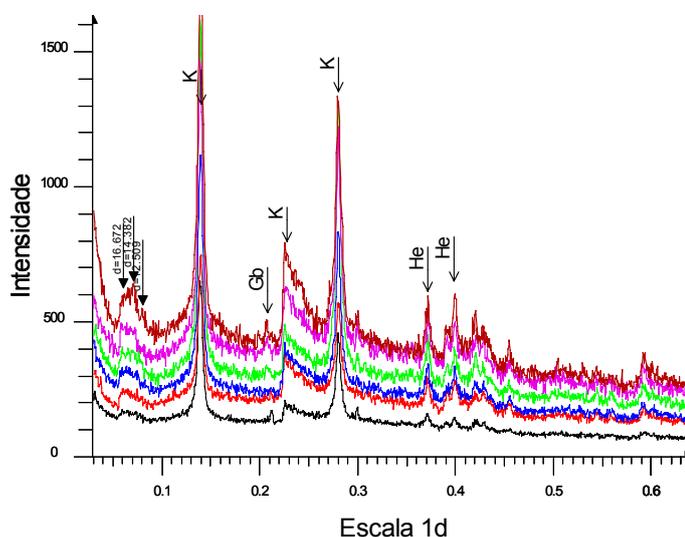
Difratograma da Amostra **Ass9 (Ponto 9)** fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325 mesh) de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz) e hematita (He). A anomalia positiva marcada ($d=16,699$) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



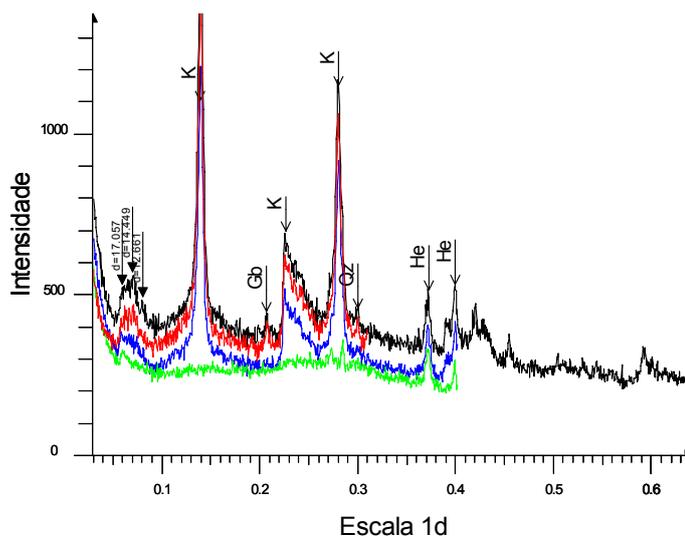
Difratogramas da Amostra **Ass9a (Ponto 9, amostra representativa da base do corte de estrada)** fração menor que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz) e hematita (He). Não foi marcado pequeno pico ($4,745\text{\AA}$) correspondente a provável hidróxido de alumínio não identificado. Linha azul escuro amostra normal, vermelha glicolada e a linha azul claro corresponde a difração do material passante na peneira 325 mesh (amostra 9). A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



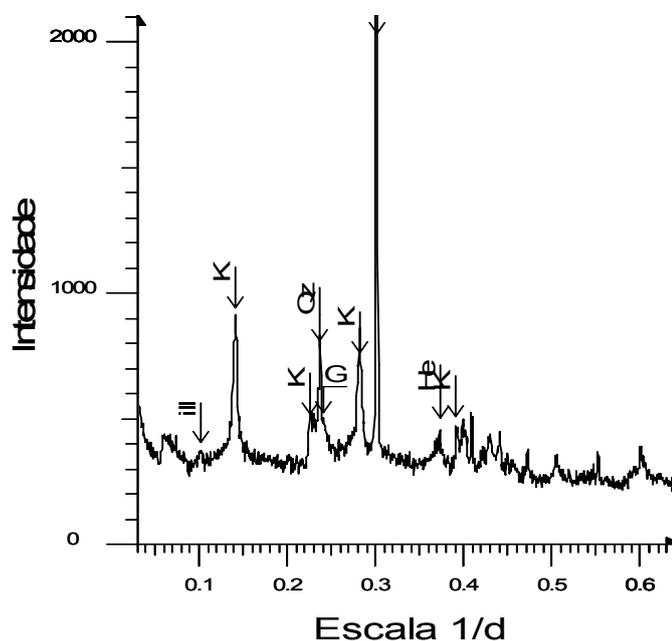
Difratogramas da Amostra **Ass9a (Ponto 9, amostra representativa da base do corte de estrada)** fração menor que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz) e hematita (He). Foi marcado pequeno pico ($4,745\text{\AA}$) correspondente a provável hidróxido de alumínio não identificado. Linha preta amostra normal, vermelha glicolada. A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



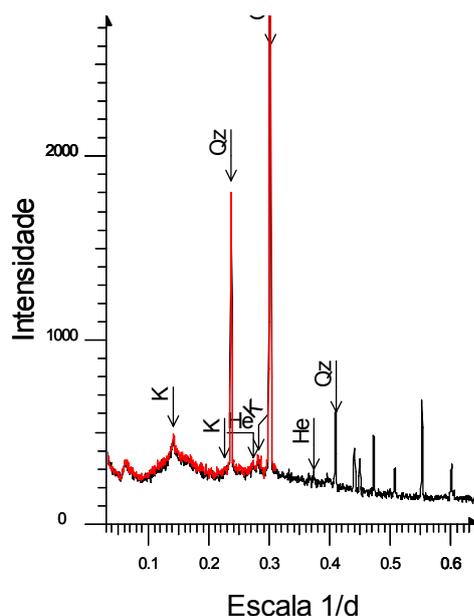
Difratogramas das Amostras **Ass9 a (preto), b (vermelho), c (azul), d (verde), e (lilás) e f (marrom) (Ponto 9, amostras representativas de perfil do corte de estrada que constitui o ponto 9)** frações menores que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e Gibbsita (Gb). As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



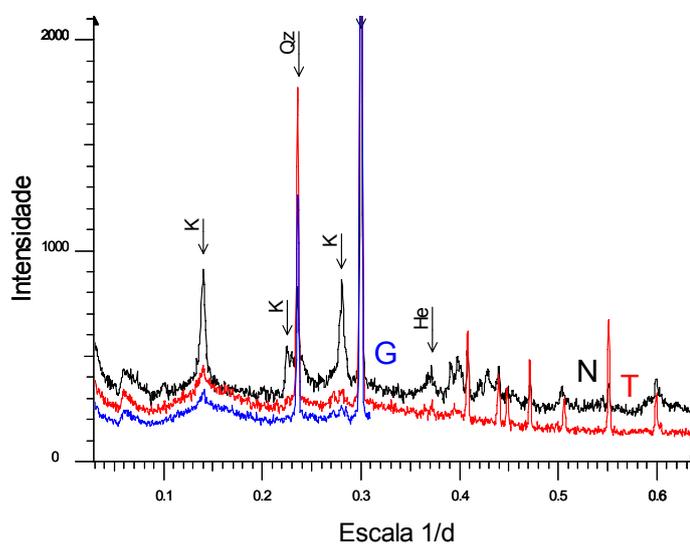
Difratogramas da Amostra **Ass9e (Ponto 9)**, amostra representativa da parte superior do perfil) fração menor que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e Gibbsita (Gb). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



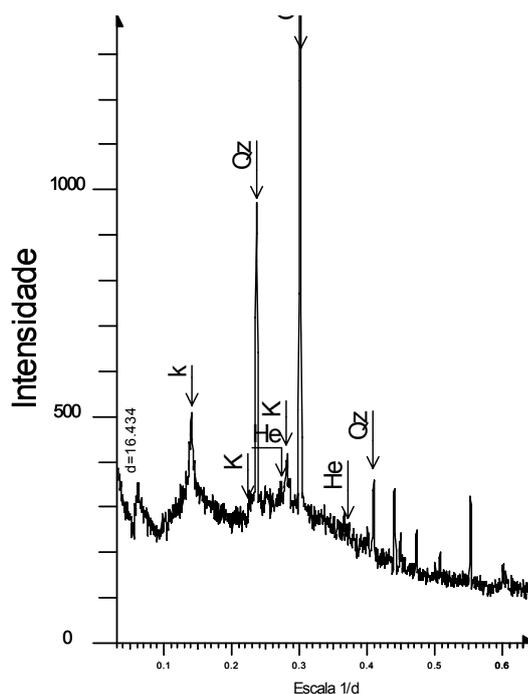
Difratograma da Amostra **Ass11 (Ponto 11)** fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325 mesh) mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e illita/mica (ill). A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



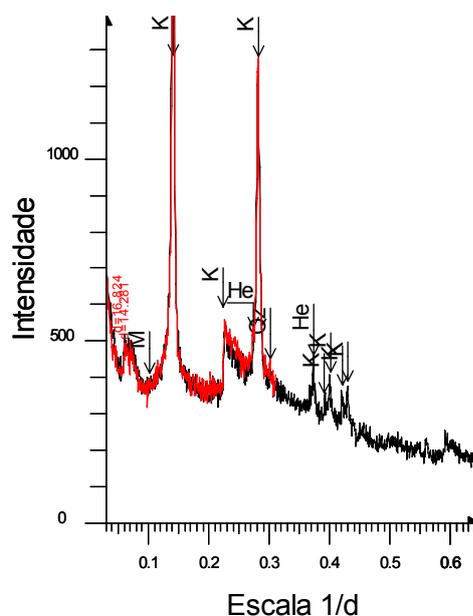
Difratogramas da Amostra **Ass11Int (Ponto 11 intermediário)** fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325 mesh) de material arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz) e hematita (He). Linha preta amostra normal e linha vermelha material glicolado. A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



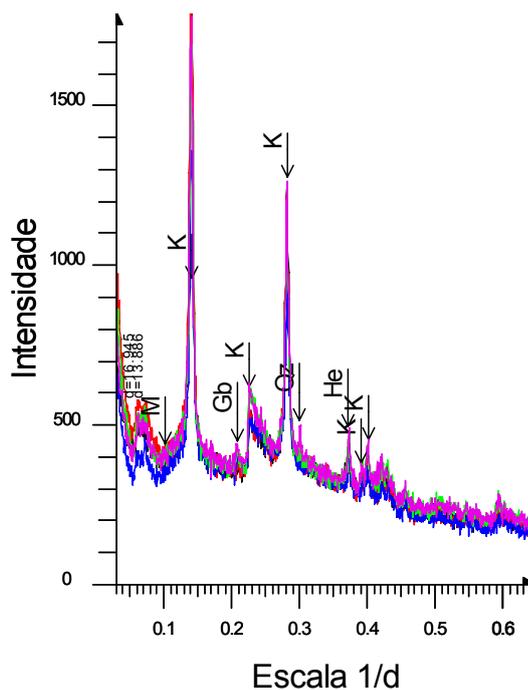
Difratogramas das Amostras **Ass11** (espectro preto) e **Ass11Int** (espectro vermelho e azul) (**Ponto 11**) fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325 mesh) de material arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz) e hematita (He). Linha azul corresponde a amostra Ass11int glicolada. A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



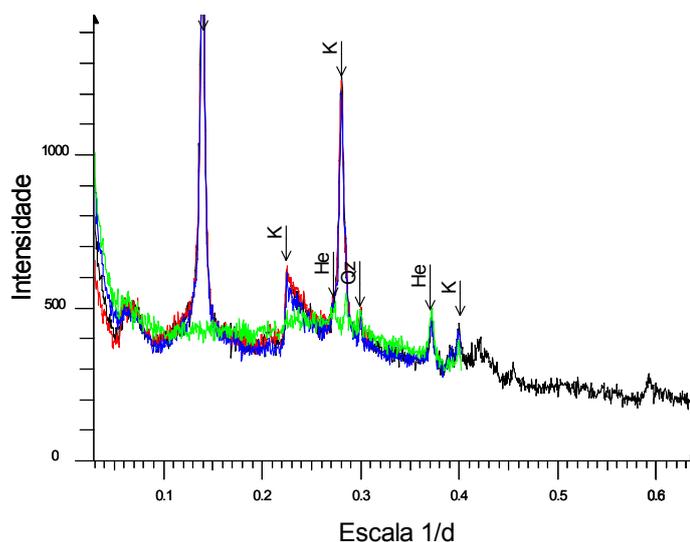
Difratograma da Amostra **Ass15 (Ponto 15 – amostra representativa de todo o afloramento constituído por corte de estrada)** fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325 mesh) de material arenoso de cor vermelha forte, mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He). A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



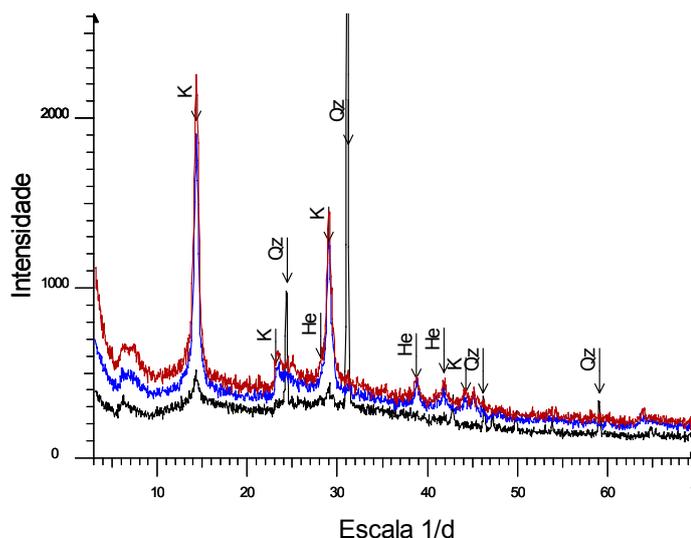
Difratogramas da Amostra **Ass15a (Ponto 15 – porção basal do corte de estrada)** fração menor que $4\mu\text{m}$ mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e mica (M). Linha preta amostra normal e linha vermelha glicolada. A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



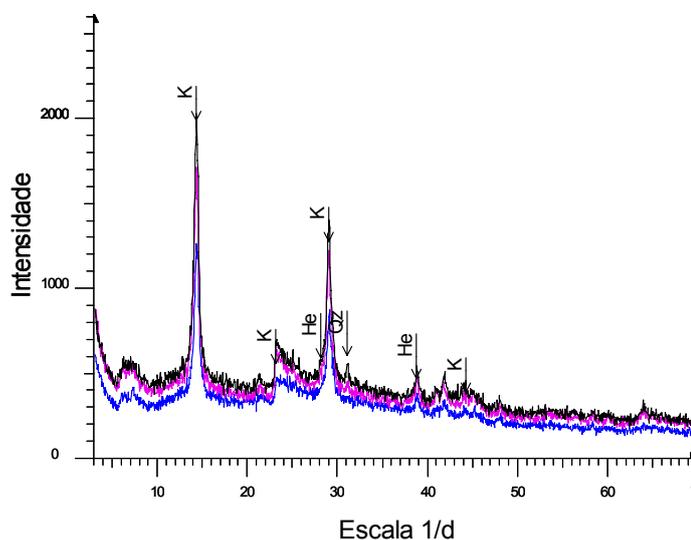
Difratogramas das Amostras **Ass15 a (preto)**, **b (vermelho)**, **c (azul)**, **d (verde)** e **e (lilás)** (**Ponto 15**, amostras representativas de perfil do corte de estrada que constitui o ponto 15) frações menores que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), Gibbsita (Gb) e mica (M). As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



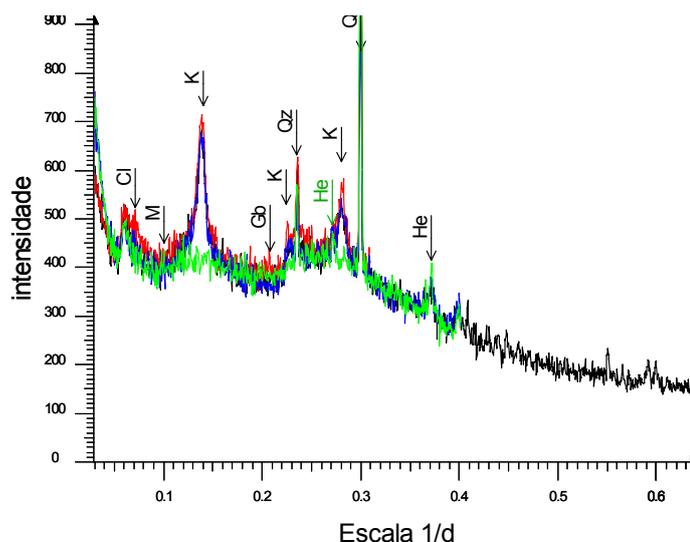
Difratogramas da Amostra **Ass15e (Ponto 15**, amostra representativa da parte superior do perfil) fração menor que $4\mu\text{m}$ de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e Gibbsita (Gb). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 $1/d$ trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



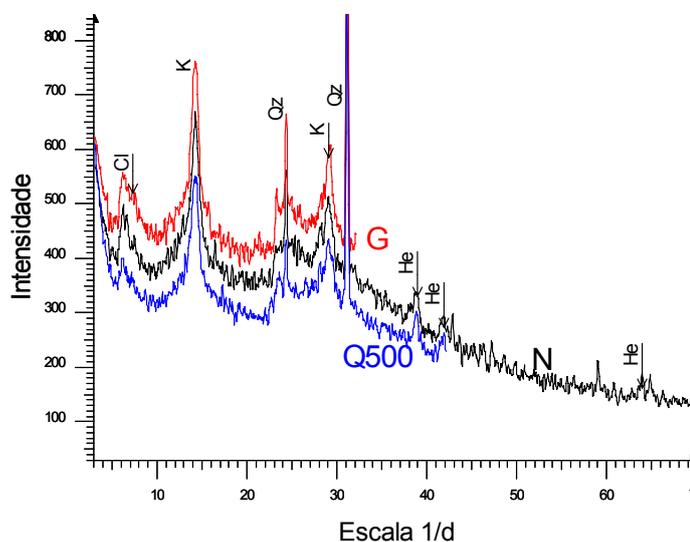
Difratogramas das Amostras **Ass 15** e **Ass15 a e b (Ponto 15 - amostras a e b** representativa da parte inferior do perfil e Ass15 de perfil todo). A amostra Ass15 material passante na peneira 325 mesh e as outras duas fração menor que 4 μ m. Mostra a presença de caulinita (K), quartzo (Qz) e hematita (He). Linha preta amostra normal Ass15, vermelha **a** e azul **b**. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



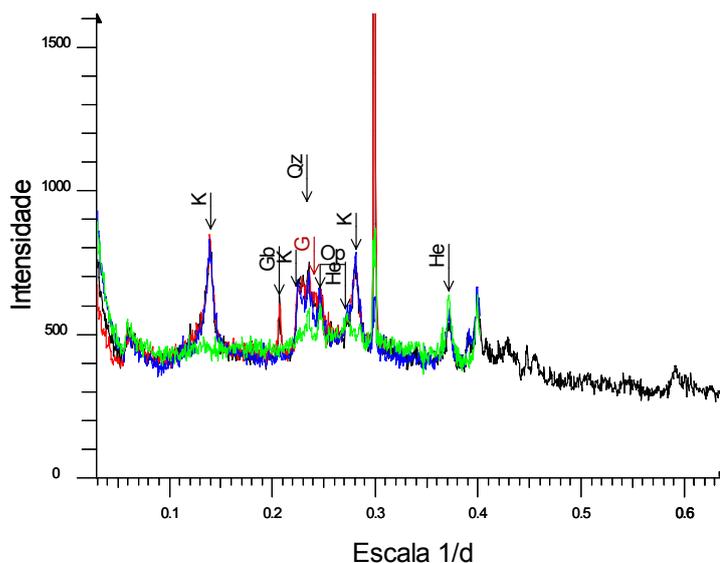
Difratogramas das Amostras **Ass15 a, b e c (Ponto 15, amostra representativa da parte superior do perfil)** fração menor que 4 μ m de material de arenoso mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He). Não foi marcado o pequeno pico referente a Gibbsita. Linha preta amostra **e**, lilás **d** e azul **c**. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



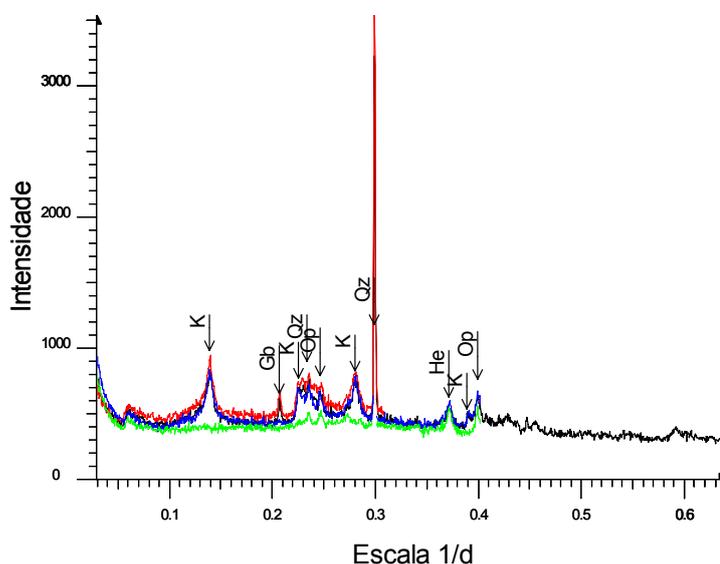
Difratogramas da Amostra **Ass16 (Ponto 16)** fração menor que 44 μ m de material com aspecto de terra roxa mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), Gibbsita (Gb), clorita (Cl) e mica (M). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



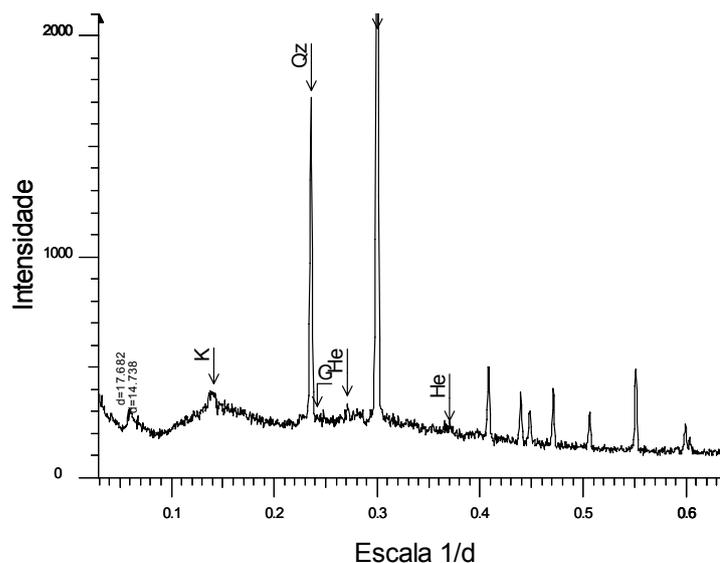
Difratogramas da Amostra **Ass16 (Ponto 16)** fração menor que 44 μ m de material com aspecto de terra roxa mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e clorita (Cl). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada (G) e azul queimada a 300°C (Q500) por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



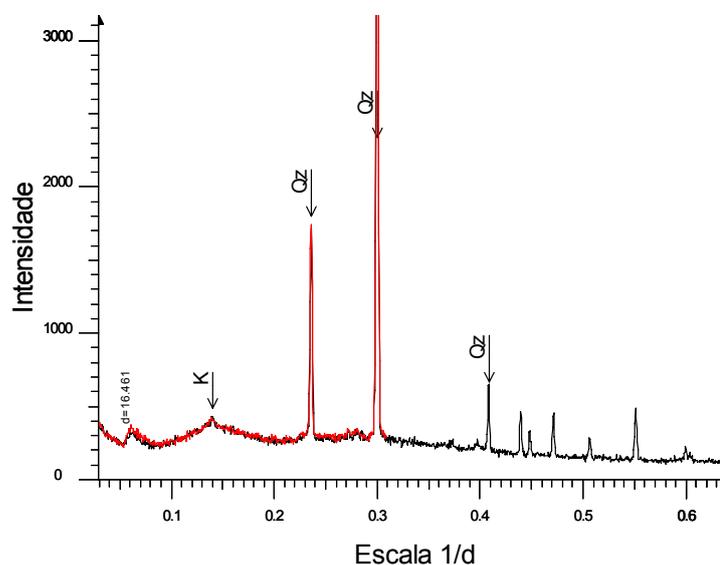
Difratogramas da Amostra **Ass17 (Ponto 17)** fração menor que 44 μ m de material com aspecto de terra roxa mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), Gibbsita (Gb), goethita (G) e opala (Op). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



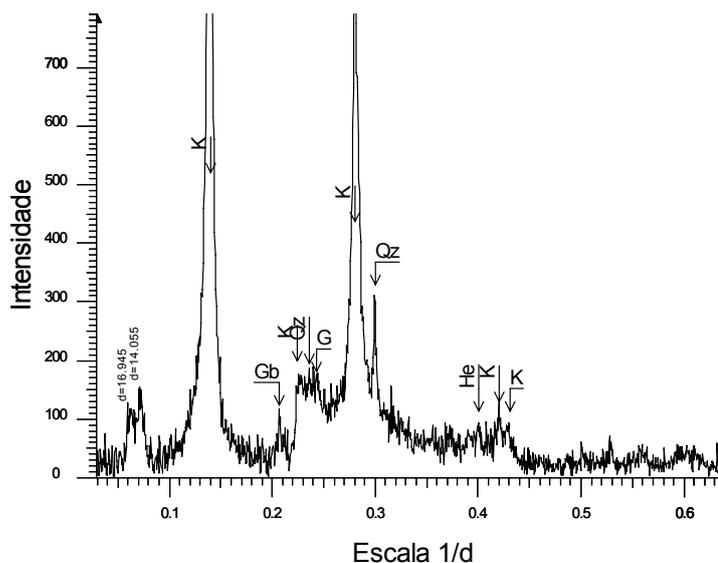
Difratogramas da Amostra **Ass17 (Ponto 17)** fração menor que 44 μ m de material com aspecto de terra roxa mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), Gibbsita (Gb), goethita (G) e opala (Op). Linha preta amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. As anomalias positivas entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



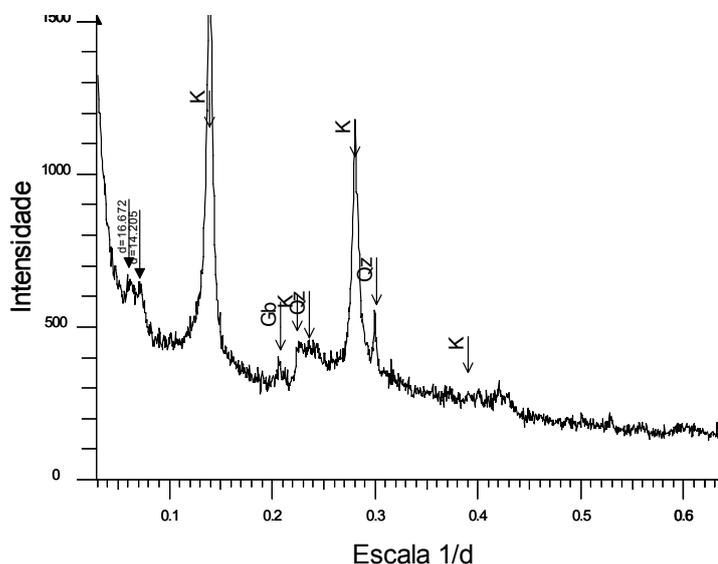
Difratograma da Amostra **Ass19 (Ponto 19)** fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325 mesh) de material arenoso de cor vermelha, mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), goethita e hematita (He). A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material. Amostra 19



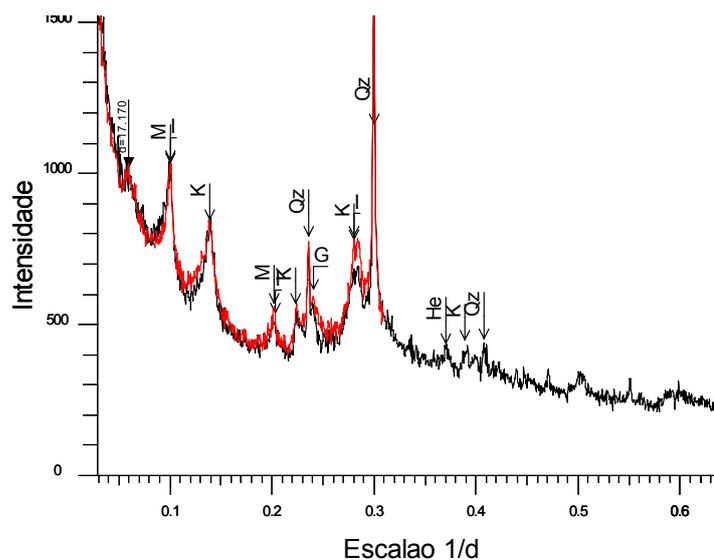
Difratograma da Amostra **Ass20 (Ponto 20)** fração menor que $44\mu\text{m}$ (fração passante na peneira 325 mesh) de material arenoso de cor vermelha, mostrando a presença de pequena quantidade de caulinita (K), quartzo (Qz). Não foi marcado o pequeno pico correspondente a hematita. A anomalia positiva entre 0,05 e 0,08 1/d trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



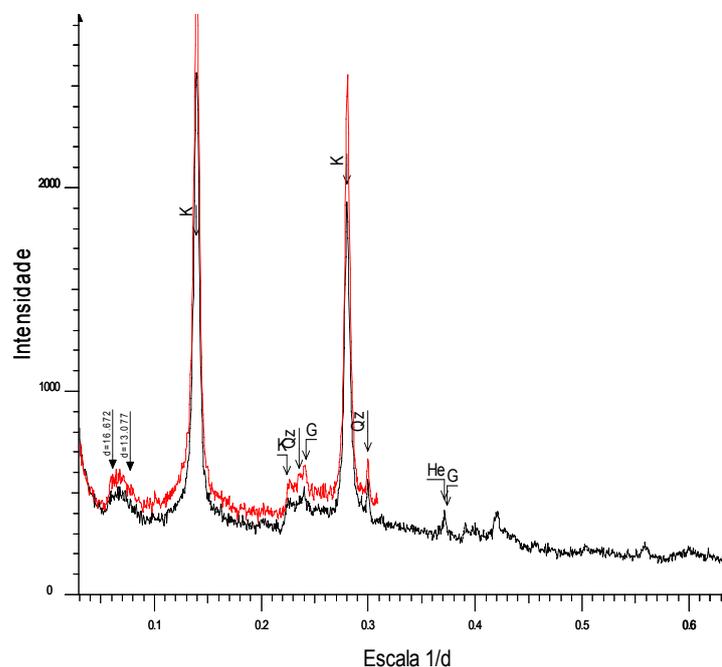
Difratograma da Amostra **Ass54b (Ponto 54)** fração menor que 4 μ m mostrando a presença de caulinita (K), hematita (He), goethita (G) e gibbsita (Gb). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material. Foi subtraído o *background* do difratograma.



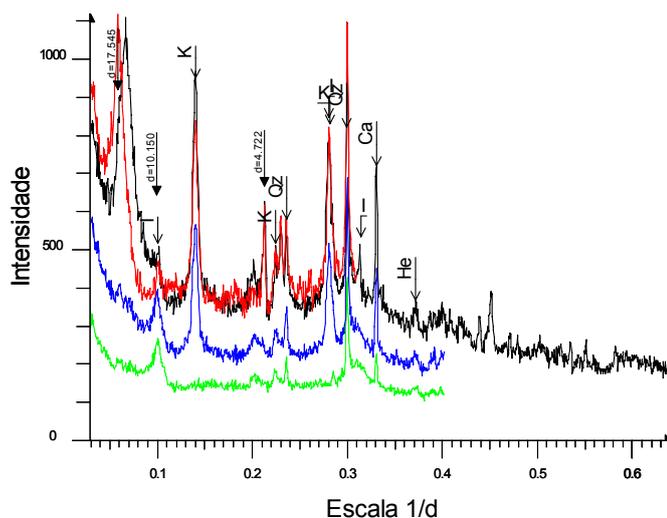
Difratograma da Amostra **Ass54b (Ponto 54)** fração menor que 4 μ m mostrando a presença de caulinita (K), hematita (He), quartzo (Qz), gibbsita (Gb). A anomalia positiva correspondente a espaçamento 15 e 17 (entre 0,05 e 0,08 1/d) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



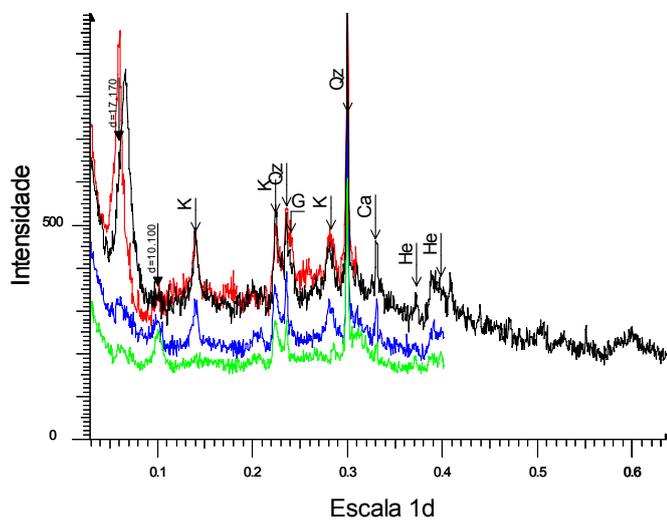
Difratogramas da Amostra **Ass57c (Ponto 57 – porção basal do afloramento)** fração menor que $4\mu\text{m}$ mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He), goethita (G), mica (M) e illita (I). Linha preta amostra normal e linha vermelha glicolada. A anomalia positiva marcada ($d=17,170$) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



Difratogramas da Amostra **Ass57d (Ponto 57 – porção de topo do afloramento)** fração menor que $4\mu\text{m}$ mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), hematita (He) e goethita (G). Linha preta amostra normal e linha vermelha glicolada. A anomalia positiva marcada ($d=16,672$ e $13,077$) trata-se de ruído do aparelho, fato confirmado por glicolagem e queima do material.



Difratogramas da Amostra **Ass56-58m (Ponto 67** – poço do campus da UNESP) da profundidade entre 56 e 58 metros correspondente ao Grupo Bauru. Fração menor que 4 μ m mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), calcita (Ca), hematita (He) e um provável hidróxido de alumínio (pico $d=4,722$) não determinado. Não foi marcado o pico bem definido (de forte intensidade) de mineral do grupo da montmorillonita que sofreu deslocamento, de quase 2 Å para a esquerda, em função da glicolagem gerando o pico ($d=17,545$). Esse pico desaparece com as queimas resultando no aumentando o pico de 10 Å, correspondente ao plano basal a illita e micas. Espectro preto amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. Obs.: O argilomineral expansivo detectado, do grupo da montmorillonita ou esmectita, é produto de contaminação, uma vez que a amostra foi obtida de furo de sonda de percussão, que fez uso de lama bentonítica.



Difratogramas da Amostra **Ass64-66m (Ponto 67** – poço do campus da UNESP) da profundidade entre 64 e 66 metros correspondente ao Grupo Bauru. Fração menor que 4 μ m mostrando a presença de caulinita (K), quartzo (Qz), calcita (Ca), goethita (G) e hematita (He). Não foi marcado o pico bem definido (de forte intensidade) de mineral do grupo da montmorillonita que sofreu deslocamento, de quase 2 Å para a esquerda, em função da glicolagem gerando o pico ($d=17,170$). Esse pico desaparece com as queimas resultando no aumentando o pico de 10 Å, correspondente ao plano basal a illita e micas. Espectro preto amostra normal, vermelha glicolada, azul queimada a 300°C e verde a 550°C por 4 horas. Obs.: O argilomineral expansivo detectado, do grupo da montmorillonita ou esmectita, é produto de contaminação, uma vez que a amostra foi obtida de furo de sonda de percussão, que fez uso de lama bentonítica.

9.6 Apêndice F - Análise Isotópica ^{14}C



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"
Centro de Energia Nuclear na Agricultura



058/08

Datação ^{14}C

Piracicaba, 26 de agosto de 2008

Solicitante: *Antenor Zanardo*

Os resultados estão corrigidos para o fracionamento isotópico natural (-25‰) e apresentados em idade convencional não calibrada em anos antes do presente (AP). O erro é de $\pm 1\sigma$ (68,3% de probabilidade).

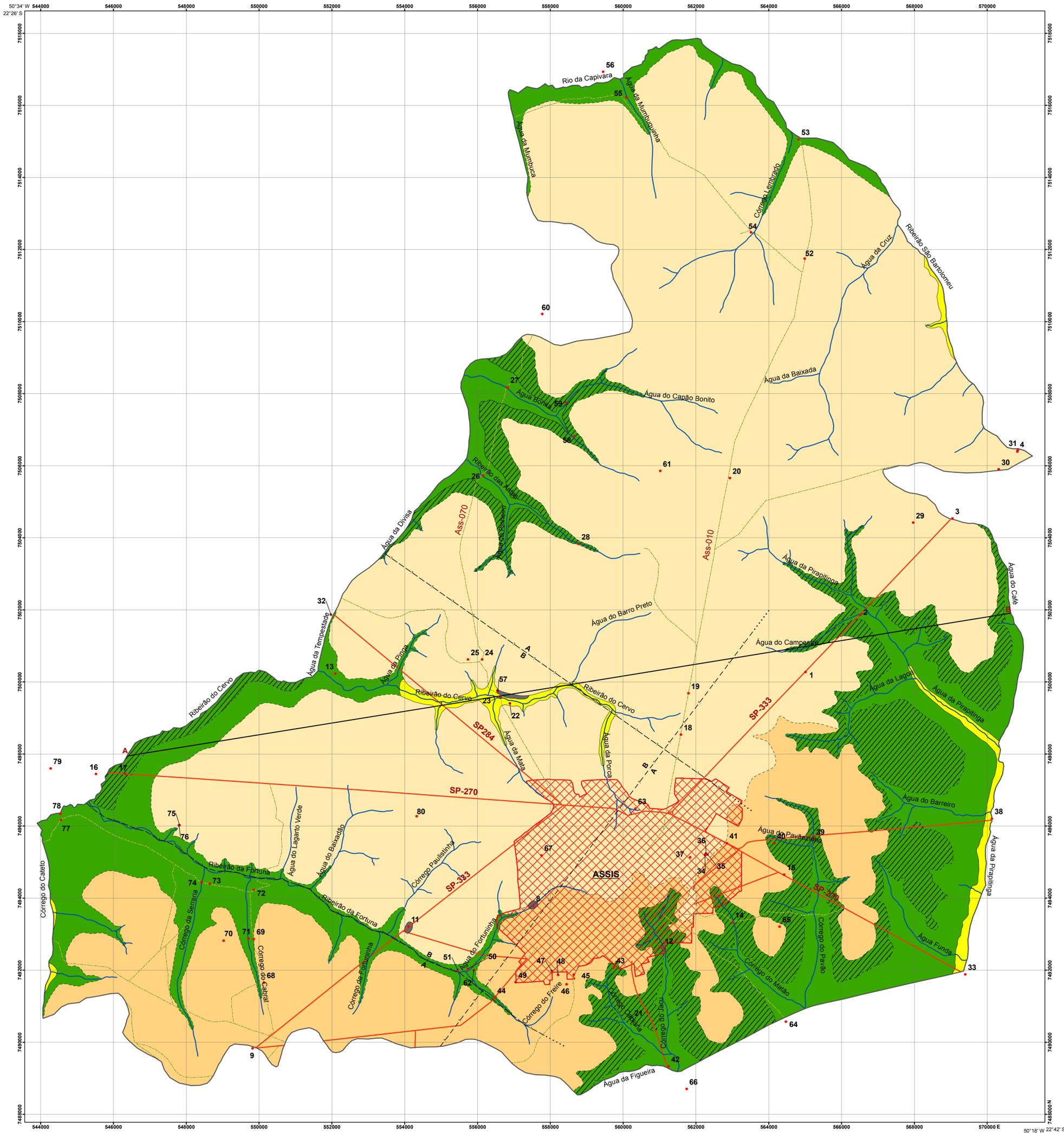
Identificação da Amostra	Número de Laboratório	Idade (anos AP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Carvão - Assis 19	CEN-1077	6300 \pm 120	-27,4
Carvão - Assis 9B	CEN-1078	7030 \pm 90	-10,5

Estes resultados sendo usados em publicações, apreciaria receber cópias das mesmas.
Atenciosamente,

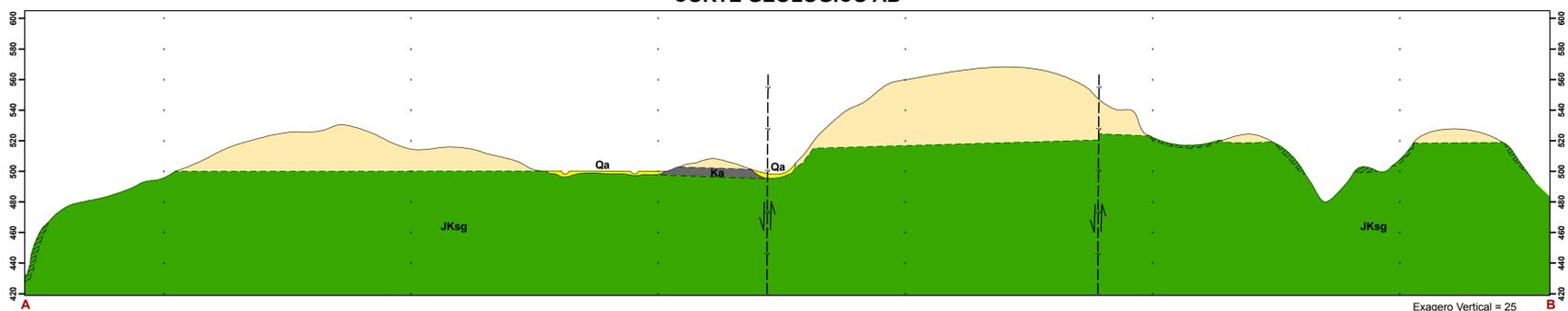
Prof. Dr. L. C. R. Pessenda
Resp. Laboratório ^{14}C
CENA/USP

**9.7 Apêndice G - Mapa Geológico do Município de Assis, escala
1:50.000, 2008**

Mapa Geológico do Município de Assis - 1:50.000 (2008)



CORTE GEOLÓGICO AB



- LEGENDA**
- Aluviões (Qa)
 - Areias e argilas associadas a várzeas.
 - Cobertura vermelho argilosa mistura de basalto alterado + materiais da Alomoformação Paranavai.
 - Alomoformação Paranavai - Unidade 1
 - Material arenoso de coloração vermelho intenso, rico em óxido de ferro
 - Alomoformação Paranavai - Unidade 2
 - Material arenoso de coloração vermelho alaranjado a amarelo pálido.
 - Formação Adamantina (Ka)
 - Rochas sedimentares com espessuras decimétricas a métricas constituída por argilitos, siltitos, arenitos e subordinadamente níveis conglomeráticos de granulação fina, com coloração dominante marrom-avermelhada a arroxeada.
 - Formação Serra Geral (JKsg)
 - Basalto com coloração cinza escuro a esverdeada, granulação muito fina (afanítica), estrutura vesicular e amigdaloidal. Exibem diferenças granulométricas e texturais especialmente no topo.

- CONVENÇÕES GEOLÓGICAS**
- Contato definido
 - Contato inferido
 - Falha inferida com indicação de de bloco alto (A) e baixo (B)
 - Perfil geológico

- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**
- Pontos de campo
 - Drenagem
 - Estrada
 - Limite municipal
 - Rodovia
 - Área urbana

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS IBGE 1:50.000



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA NO ESTADO



BASE CARTOGRÁFICA
 Folha Marília - SF-22-Z-A-1:250.000 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo - DAEE/UNESP, 1981.
 Mapa Geológico Integrado Blocos 44 - 1:250.000 - Paulipetro - Consórcio CESP/PT, 1983. (inédito)
 Mapa Geológico da UGRH-17 Médio - Paranapanema, 1:250.000, CPTI, 1999.
 Mapa Geológico da Região de Paraguaçu Paulista 1:50.000, (Bongiovanni, 1990).
 Folha Assis - SF-22-Z-A-IV-1 IBGE - 1975
 Folha Maracá - SF-22-Z-A-IV-2 IBGE - 1992
 Folha Lutécia - SF-22-Z-A-II-3 IBGE - 1974

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)